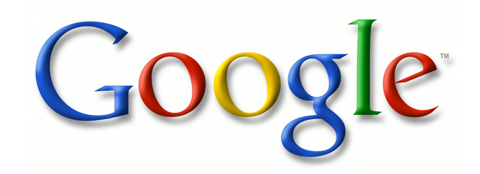
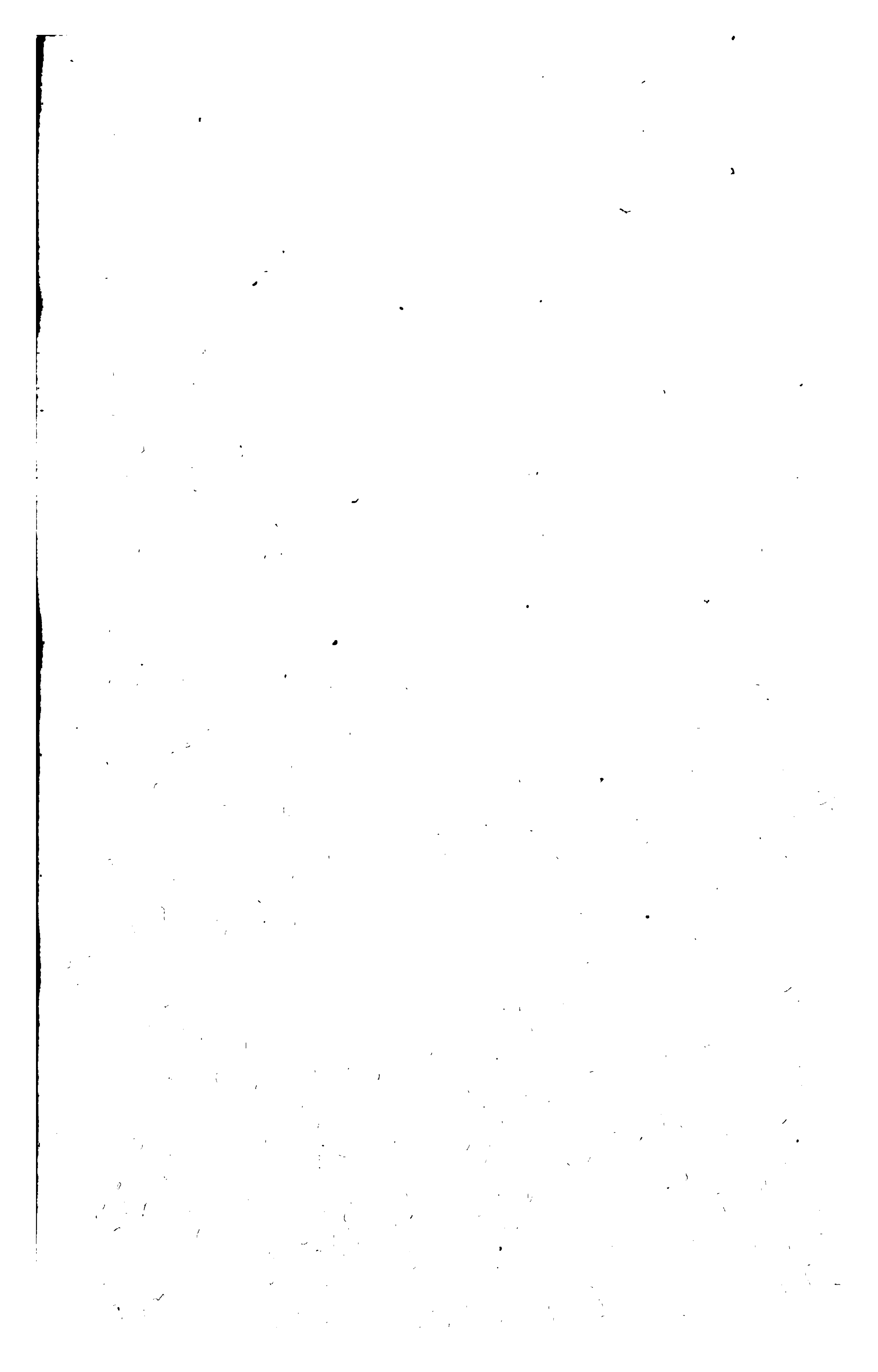








SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXVII. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1878. — HEFT I BIS V.

(Mit 8 Tafeln und 1 Holzschnitt.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1878.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

I. SITZUNG VOM 3. JÄNNER 1878.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach in Prag übersendet eine in Gemeinschaft mit den Herren O. Tumlirz und C. Kögler ausgeführte Arbeit: „Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Funkenwellen."

Herr Dr. B. Igel übersendet eine Abhandlung: „Über die orthogonalen und einige ihnen verwandten Substitutionen".

Der Secretär legt eine unter dem Namen August Ettalp in Wien mit Berufung auf die in der Classensitzung vom 11. October v. J. vorgelegte Notiz zur Wahrung der Priorität eingelangte Abhandlung: „Über Luftschifffahrt" vor.

Das w. M. Herr Prof. Loschmidt überreicht folgende von Herrn Eduard Sacher, Professor an der k. k. Lehrer-Bildungsanstalt in Salzburg, eingesandte Notiz: „Drei Versuche mit Telephons."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Anales. Tomo XIII. Entrega 153—154. Tomo XIV. Entrega 155—160. Habana, 1877; 8°.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des beaux-arts de Belgique: Bulletin. 46e Année, 2e Série, Tome 44. Nrs. 9 et 10. Bruxelles, 1877; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl., zu Berlin: Abhandungen aus dem Jahre 1876. Berlin, 1877; gr. 4°.

— Vergleichung der Wasserstände der Ostsee an der preussischen Küste, von G. Hagen. Berlin, 1877; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 91; 10, 11 & 12. Nr. 2170 2172. Kiel, 1877; 4⁰.

Belt Thomas: The glacial period in the southern hemisphere. London, 1877; 12⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nr. 24 & 25. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahresschrift. XII. Jahrgang, 3. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIX. Band, 3. Heft. Juli bis September 1877. Berlin, 1877; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XII. Band, Nr. 23 u. 24. Wien, 1877; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVIII. Jahrgang. Nr. 49—52. Wien, 1877; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein: österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 49—52. Wien, 1877; 4⁰.

— — Zeitschrift. XXIX. Jahrgang, 11. & 12. Heft. Wien, 1877; gr. 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von Hermann Kolbe. N. F. Band XVI, Nr. 16, 17 u. 18. Leipzig, 1877; 8⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 425 & 426. London, 1877; 4⁰.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XXIII. Bruxelles, 1874; 4⁰. Tome XXIV. Bruxelles, 1875; 4⁰. Tome XXV, 1877; 4⁰. Annuaire, 1877, 44ᵉ année. Bruxelles, 1876; 12⁰. — Notices extraites de l'Annuaire pour 1875 et 1876; 12⁰.

— — Mémoire sur la température de l'air a Bruxelles, 1833 —1872. (Supplément) par Quetelet. Bruxelles, 1876; 4⁰. — Les Perséides en 1874. Aurores boréales du mois d'Octobre 1874 par Quetelet. Bruxelles, 1874; 8⁰. — La Tempête du 12 Mars 1876 par Quetelet. Bruxelles, 1876; 8⁰. Quelques nombres caractéristiques relatifs à la température de Bruxelles par Quetelet. Bruxelles, 1875; 8⁰. — Note sur la temperature de l'hiver de 1874—1875 par Quetelet. — Sur la période de froid du mois de Decembre 1875 par Quetelet. Bruxelles, 1875; 8⁰. — Essai sur la

vie et les ouvrages de L. — A. J. Quetelet par Éd. Mailly. Bruxelles, 1875; 12°. — De l'Application du Rhé-Électrometre aux paratonnerres de télégraphes par M. Melsens. Bruxelles; 8°. — Des Paratonnerres à pointes, à conducteurs et à Raccordements terrestres multiples par Melsens. Bruxelles, 1877; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1877, Nr. 14 & 15. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIIe Année, 2me Série, Nrs. 25 & 26. Paris, 1877; 4°.

Societas scientiarum Fennica: Meddelanden pro Fauna et Flora Fennica. Första Håfted. Helsingfors, 1876; 8°. — Notiser ur Sällskapets pro Fauna & Flora Fennica Förhandlingar. Första Häftet. Helsingfors, 1848; 4°. Andra Häftet. Helsingfors, 1852; 4°. Tredje Häftet. Helsingfors, 1857; 4°. Ny Serie, 1 Häftet. Helsingfors 1858, 1859; 8°. N. S. Andra Häftet. Helsingfors, 1861; 8°. N. S. Tredje Häftet. Helsingfors, 1861; 8°. N. S. Fjerde Häftet. Helsingfors, 1867; 8°. N. S. Sjette & sjunde Häftet. Helsingfors, 1868—69; 8°. N. S. Åttonde & nionde Häftet. Helsingfors, 1871; 8°. N. S. Tionde Häftet. Helsingfors, 1871—1874; 8°. N. S. Elfte Häftet. Helsingfors, 1875; 8°. — Sällskapet pro Fauna & Flora Fennica för tiden från den 1 Novembre 1821 till samma dag 1871. Helsingfors, 1871; 8°. — Sällskapets pro Fauna & Flora Fennica inrättning och verksamhet ifrån dess stiftelse den 1 November 1821 till den 1 November 1871. Helsingfors, 1871; 8°. Genmäle met anledning af Sällskapets pro Fauna et Flora Fennica Notiser Häft V och VI, af Th. M. Fries. Upsala, 1862; 8°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série, 30e Année. 5e Cahier. Paris, 1877; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome VI. Nr. 1. Paris. 1878; 8°.

Society, the Linnean of London: List. 1876; 8° — The Journal: Botany. Vol. XV. Nrs. 85—88. London, 1876/77;

8°. Vol. XVI. Nrs. 89—92. London, 1877: 8°. Zoology. Vol. XII. Nr. 64. London. 1876; 8°. Vol. XIII. Nrs. 65—71. London, 1876—77; 8°.

Society The Transactions: II. Series. — Botany. Vol. I. Part the fourth. London, 1876; 4°. — II. Series. Zoology. Vol. I. Part the fourth. London, 1877; 4°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 51 und 52. Wien, 1877; 4°.

II. SITZUNG VOM 10. JÄNNER 1878.

Der Secretär legt Dankschreiben vor: 1. Von dem c. M. Herrn Dr. Joachim Barrande in Prag für die ihm zur Fortsetzung seines grossen Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême" neuerlich gewährte Subvention, von welchem Werke der Verfasser zugleich den zweiten Band seiner im Auszuge erscheinenden Ausgabe vorlegt. 2. Von Herrn Ludwig Sipöcz, Assistent des pathologisch-chemischen Institutes der Wiener Universität, für die ihm zur Fortsetzung seiner Arbeiten auf dem Gebiete der Mineralchemie bewilligte Subvention. 3. Von Herrn Jos. V. Rohon, Assistent der zoologisch-vergleichend-anatomischen Lehrkanzel der Wiener Universität für die ihm zum Zwecke der vergleichend-anatomischen Untersuchung des Amphioxus lanceolatus an den südlichen italienischen Küsten bewilligte Reisesubvention.

Das. w. M. Herr Prof. E. Linnemann übersendet folgende für die Sitzungsberichte bestimmte Arbeiten aus dem Universitätslaboratorium zu Prag:

1. „Über das Verhalten des Propylglycols in höherer Temperatur", von Herrn Prof. Linnemann.
2. „Über die directe Umwandlung des Isobutyljodürs in Thrimethylcarbinolamin", von Herrn stud. ph. B. Brauner.
3. „Über die künstliche Äpfelsäure aus Fumarsäure", von Herrn F. Loydl.
4. „Über die Maxwell Sympson'sche Synthese des Acroleins aus Dijodaceton", von Herrn Dr. O. Voelker.
5. „Über das Verhalten der β. Bibrompropionsäure gegen Jodkalium", von Herrn V. v. Zotta.

Der Präsident eröffnet über Ansuchen des Herrn Prof. Dr. A. Frisch in Wien das von demselben in der Classensitzung am 11. Mai 1877 zur Wahrung der Priorität hinterlegte gesiegelte

Schreiben, welches folgende Mittheilung enthält: „Über die sogenannte Hadernkrankheit der in Papierfabriken beschäftigten Arbeiter".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Olimpica di Vicenza: Atti. Primo Semestre 1876. Vicenza, 1876; gr. 8°. Secondo Semestre 1876 e primo 1877. Vicenza, 1877; gr. 8°.

Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXIV, Nr. 3. (Feuilles 22—28). St. Pétersbourg, 1877; 4°.

— — Repertorium für Météorologie. Band V. Heft 2. St. Petersburg, 1877; 4°. — Supplementband zum Repertorium für Meteorologie. I. Hälfte. St. Petersburg, 1877; 4°.

Accademia R. della Crusca: Atti. Aduanza publica del 19 di Novembre 1877. Firenze; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1877. 2. Heft. München, 1877; 8°.

Annales des Mines. VIIe Série. Tome XII. 5e Livraison de 1877. Paris, 1877; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 15. Jahrgang, Nr. 35 u. 36. Wien, 1877; 4°. — 16. Jahrgang. Nr. 1. Wien, 1878; 4°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LXI. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1877; 8°.

Astronomische Nachrichten. (Band LXLI. 13 & 14.) Nr. 2173 und 2174. Kiel, 1878; 4°.

Barande, Joachim: Céphalopodes. Prague, Paris, 1877; 4°.

Bibliothèque nationale en 1876: Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique. Paris, 1877; 4°.

— Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles, N. P. Tome LXe Nr. 239. — 15. Novembre 1877. Genève, Lausanne, Paris, 1877; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nr. 26. Paris, 1877; 4°.

Dudik, Beda Dr.: Karl's von Žerotin böhmische Bibliothek in Breslau. Prag, 1877; 12°.

Frankland, E. Ph. Dr.: Experimental Researches in pure, applied and physical chemistry. London, 1877; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XX (neuer Folge X). Nr. 10, 11 u. 12. Wien, 1877; 4°.

— physikalische, zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1872. XXVIII. Jahrgang. I. & II. Abtheilung. Berlin, 1876/77; 8°.

— der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. LIII. Band, 2. Heft. Görlitz, 1877; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang. Nr. 1. Wien, 1878; 4°.

Heiss, Eduard Dr.: Resultate der in den 43 Jahren 1833 bis 1875 angestellten Sternschnuppen-Beobachtungen. Münster, 1877; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1878; 4°.

Institut, koninklijk voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie: Bijdragen. Vierde Volgreeks. Erste Deel. — 2e Stuk. 'S Gravenhage, 1877; 8°.

— Royal grand-ducal de Luxembourg: Publications. Tome XVI. Luxembourg, 1877; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, von Alex. Naumann. Für 1876. 2. Heft. Giessen, 1877; 8°.

Journal the American of Science and Arts. Third series. Vol. XIV. — (Whole Number, CXIV). Nr. 84. December 1877. New Haven, 1877; 8°. — A Description of the Rochester, Warrenton and Cynthiana Meteoric Stones, by J. Lawrence Smith. Louisville, Kentucky, 1877; 12°.

Landbote, Der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landescultur. X. Jahrgang, Nr. 10, 11, 13—26. Graz, 1877; 4°. — XI. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1878; 4°.

Lemaire, Enrico Cav.: Problema della Trisezione geometrica di un Angolo o di un arco dato. Napoli, 1877; 8°.

Marsh, O. C. Professor: Introduction and succession of Vertebrate Life in America. New Haven, 1877; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. Ergänzungsheft Nr. 52. Gotha, 1877; 4⁰.

Moniteur scientifique du D^{teur} Quesneville. Journal mensuel. 22e Année. 3e Série. Tome VIII. 433e livraison. — Janvier 1878, Paris; 4⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 427, London, 1878; 4⁰.

Nederlandsch Gasthuis voor Ooglijders: Anttiende Jaarlijksch Verslag betrekkelijk de Verpleging en het Onderwijs. Uitgebracht in Mei 1877 door F. C. Donders. Utrecht, 1877; 8⁰.

Observatory, the: Nr. 7, 8 and 9. London, 1877/78; 8⁰.

Reichsforstverein, österr: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVII. Band, August- bis December-Heft. Wien, 1877; 8⁰.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série, Nr. 27. Paris, 1878; 4⁰.

Società Toscana di Scienze naturali: Atti. Vol. III. Fasc. 1. Pisa, 1877; 4⁰.

Société des Sciences naturelles de Neuchâtel: Bulletin. Tome XI. 1er Cahier. Neuchâtel, 1877; 8⁰.

— Géologique de France: Bulletin. 3e Serie. Tome V. Nr. 7. Feuilles 25—29. Paris, 1876 à 1877; 8⁰.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXIe Année, Nrs. 5 & 6. Constantinople, 1877; 4⁰.

Society, the American geographical: Bulletin. Nr. 4. New-York, 1877; 8⁰.

Statistisches Departement im k. k. Handels-Ministerium: Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XIII. Bd., 3. Heft. Statistik des österreichischen Postwesens im Jahre 1876. Wien, 1877; 4⁰.

United States: Bulletin of the U. St. entomological Commission. Nr. 1 and 2. Washington, 1877; 8⁰.

— Meteorological Researches for the use of the coast pilot. Part I. Washington, 1877; 4⁰.

Verein, naturwissenschaftlicher zu Magdeburg: VII. Jahresbericht nebst Sitzungsberichten aus dem Jahre 1876. Magdeburg 1877; 12⁰.

— siebenbürgischer für romanische Literatur und Cultur des romanischen Volkes. Anulu X. Nr. 9—24. Brasiovu, 1877; 4⁰. Anulu XI. Nr. 1. Brasiovu, 1878; 4⁰.

— der čechischen Chemiker: Listy chemické. I. Jahrgang, Nr. 8 u. 10. Prag, 1877; 8⁰. II. Jahrgang, Nr. 1, 2 & 3. Prag, 1878; 8⁰.

— militär-wissenschaftlicher: Organ. XV. Band, 4. Heft. 1877. Wien, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1878; 4⁰.

III. SITZUNG VOM 17. JÄNNER 1878.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet das eben erschienene III. Heft seiner Untersuchungen über die Lebermoose.

Das Comité des *Congrès géologique international* ladet zur Theilnahme an dem im August 1878 zu Paris stattfindenden internationalen geologischen Congress ein.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben des Herrn Wilhelm Kress in Wien zur Wahrung der Priorität vor.

Das correspondirende Mitglied Herr Prof. Wiesner legt eine Abhandlung unter dem Titel: „Die undulirende Nutation der Internodien" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, the American of Arts and Sciences: Proceedings. New Series. Vol. V. Whole series. Vol. XIII. Part 1. From May, 1877, to November, 1877. Boston, 1877; 8°.

Akademie, kaiserl. Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XIII. Nr. 23—24. Dresden, 1877; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1878; 4°.

Astronomische Nachrichten. Bd. XCI; 16. Nr. 2176. Kiel; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXe. Nr. 240; 15 Décembre 1877. Genève, Lausanne, Paris. 1877; 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1876; 49 Stücke. 4° & 8°.

Bureau des Longitudes: Annuaire pour l'an 1878. Paris; 12°.

Commission géodésique fédérale: Nivellement de Précision de la Suisse. Sixieme Livraison. Genève. Bale, Lyon, 1877; gr. 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXV, Nr. 27. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie in Wien: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 1. Wien, 1878; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1878; 4⁰.

Grablovitz, Giulio: Dell' Attrazione luni-solare in relazione coi Fenomeni mareo-sismici. Milano, 1877; gr. 8⁰.

Handels- und Gewerbekammer in Wien: Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Nied.-Österreich während des Jahres 1876. Wien, 1876; 8⁰.

Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1876; 4⁰.

Institut, königl. Preussisches, geodätisches: Publication. Die Figur der Erde, von Dr. Heinrich Bruns. Berlin, 1878; 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XVI; 9. u. 10. Heft, Nr. 19 und 20. Leipzig, 1877; 8⁰.

Leitgeb, Hubert Dr.: Untersuchungen über die Lebermoose. 3. Heft. Die frondosen Jungermannien. Jena, 1877; 4⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 428. London, 1878; 4⁰.

Observatorium, physikalisches in Tiflis: Magnetische Inclination in Tiflis. 1870—1876, von H. Kiefer. Tiflis, 1877; 8⁰.

Observatory Dun Echt: Publications. Vol. I. Aberdeen, 1876; 4⁰.

Owen, Richard, C. B., F. R. S.: Description of the Fossil Reptilia of South Africa in the Collection of the British Museum. Vol. I. Text. London, 1876; 4⁰. Vol. II. Plates. London, 1876; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ VIIe Année, 2e Série, Nr. 28. Paris, 1878; 4⁰.

Rossi Scotti, Gio. Battista: Alla memoria de Conte Giancarlo Conestabile della Staffa. Perugia, 1877; 8⁰.

Schmidt, Carl Dr.: Die Wasserversorgung Dorpats. II. Eine hydrologische Untersuchung. Dorpat, 1876; 8⁰. XXIII. Das Wasser des Baikal-Sees. 1877; 8⁰.

Snellen van Vollenhofen, S. C. Phil. nat. Doct.: Pinacographia. Part 5. Afl. 5. Illustrations of more than 1000 species of north-west-european Ichneumonidae sensu Linnaeano. — 'S Gravenhage, 1877; gr. 4⁰.

Stevenson, J. J.; Second geological Survey of Pennsylvania: 1875. Harrisburg, 1876; 8⁰.

Trafford, F. W. C.: Amphiorama ou La vue du Monde. Lausanne, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1878; 4⁰.

IV. SITZUNG VOM 31. JÄNNER 1878.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Derselbe gibt Nachricht von dem am 26. Jänner l. J. zu Leipzig erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes Herrn geh. Medicinalrathes und Professors Dr. Ernst Heinrich Weber.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das c. M. Herr Director C. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Eduard Wenzel, Assistenten der Prager Sternwarte, betitelt: „Bestimmung der Bahn des zweiten Kometen vom Jahre 1874“.

Das c. M. Herr Prof. C. Heller in Innsbruck legt unter dem Titel: „Beiträge zur näheren Kenntniss der Tunicaten“ eine mit sechs Tafeln versehene Abhandlung vor, in welcher dreissig neue Arten von einfachen Ascidien beschrieben werden.

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung des Herrn Prof. Albert v. Ettingshausen, betitelt: „Über Ampère's elektrodynamische Fundamentalversuche“.

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine Note, betreffend das Verhalten des Phloroglucin und einiger verwandter Körper zur verholzten Zellmembran.

Herr Prof. Wiesner übersendet ferner eine von Herrn Prof. E. Ráthay in Klosterneuburg ausgeführte Arbeit, welche den Titel führt: „Über die von *Exoascus*-Arten hervorgerufene Degeneration der Laubtriebe einiger Amygdaleen“.

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie des Flächenpotentials" von Herrn Prof. Anton Wassmuth in Czernowitz.
2. „Zur näheren Kenntniss der Elektricität, des Magnetismus, der terrestrischen Ströme, der magnetischen Variation, Declination, Inclination und Intensität", von Herrn Dr. Ferd. Daubrawa, Bürgermeister in Mährisch-Neustadt.
3. Über eine einfache Methode, eine Tangente an die Ellipse und Parabel zu ziehen, von Herrn Jakob Zimels in Brody.

Ferner theilt der Secretär ein Schreiben des Herrn Stefan Zach, Professor der Mathematik und Physik am deutschen Staatsgymnasium zu Budweis, vom 20. Jänner l. J. mit, wonach es demselben gelungen ist, durch Einschalten eines kleinen Ruhmkorff's in den Leitungsdraht des Telephons dasselbe zum continuirlichen Selbsttönen zu bringen, womit auch eine Lösung des Problems des Signalgebens gefunden ist.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Revista cientifica. Entrega 161. Tomo XIV. Diciembre 15. Habana, 1877; 8°.

Académie royale de Copenhague: Oversigt over det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1877. Nr. 2. Kjøbenhavn, 1877; 8°. — Mémoires: Det saakaldte Hagekors's Anvendelse og Betydning i Oldtiden. Af Ludwig Müller. Kjøbenhavn, 1877; 4°.

Ackerbau-Miniserium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1876. 4. Heft: Der Bergwerksbetrieb Österreichs im Jahre 1876. 2. Lieferung. Wien, 1877; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 3. Wien, 1878; 8°.

Ardissone, Francesco: Le Floridee italiche. Vol. II. Fascicolo 1. Hypneaceae. Milano, 1875; 8°.

Astronomische Nachrichten. XCI. Band, 15 u. 17. Nr. 2175 u. 2177. Kiel, 1878; 4°.

Berg, Carlos Dr.: Orugas acuáticas de la familia de Bombycidae. Buenos Aires, 1876; 8°. — Estudios lepidopteroló-

gicos acerca de la fauna argentina, oriental y brasilera. Buenos Aires, 1877; 8⁰. — Patagonische Lepidopteren. 8⁰. — Untersuchungen über die Gattung *Mimallo* Hübner's und ihre Arten; 8⁰. — Enumeracion de las Plantas européas. Buenos Aires, 1877; 8⁰.

Cech, C. O. Dr.: Die internationale Ausstellung wissenschaftlicher Apparate zu Londòn. Heidelberg, 1878; 8⁰.

Central-Anstalt, k. k. für Meteorologie u. Erdmagnetismus: Jahrbücher von Ferdinand Osnaghi. N. F. XII, Jahrgang 1875; gr. 4⁰.

Comptes rendu des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI. Nrs. 1 & 2. Paris, 1878; 4⁰.

Czyrniański, Emil Dr.: Mechanisch-chemische Theorie der sinnlichen Welt. Krakau, 1876; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 19. Berlin, 1877; XI. Jahrgang. Nr. 1. Berlin, 1877; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 2. Wien, 1878; 4⁰.

— physikalisch - medicinische zu Würzburg: Verhandlungen. N. F. XI. Bd. 3. & 4. Heft. Würzburg, 1877; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 3 & 4. Wien, 1878; 4⁰.

Ingenieur- u. Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 3 & 4. Wien, 1878; 4⁰.

Institut National Genevois: Bulletin. Tome XXII. Genève, 1877; 8⁰.

Journal, the American of Science and Arts. III. Series. Vol. XV. Nr. 85. January, 1878. New-Haven; 8⁰.

Matcovich, Paolo: Cenni generali sulla Flora di Fiume. Fiume, 1877; 8⁰.

Militär-Comité, k. k. technisches & administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1877. 12. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

Muzeum imienia Lubomirskich: Katalog. Lwów, 1877; 8⁰. — Katalog Bróni; Lwów, 1876; 8⁰.

Muzeum Sprawozdanie z czynności zakładu narodowego imienia Ossolińskich za rok 1877: We Lwówie, 1878; 8°.

— Moskauer, öffentliches und Rumanzow'sches: Bericht. 1873—1875. Moskau, 1877; 8°.

— Daschkow — etnographisches: Katalog, Zugabe zum Musealbericht 1873—1875. Moskau, 1877; 8°.

Nature. Vol. XVII. Nrs. 429 & 430. London, 1878; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XII. Nr. 1. Torino, 1877; 4°.

Programme der Gymnasien, Real- und Gewerbeschulen in: Bistritz, Brixen, Böhmisch-Leipa, Brünn, Eger, Eulenberg, Fiume, Hermannstadt, Leoben, Leutschau, Marburg, Pressburg, Rovereto, Saaz, Schässburg, Trento, Troppau, Ung. Brod, Ung. Hradisch, Wien: k.k. akademisches Gymnasium, zu den Schotten, Josefstädter Obergymnasium, k. k. theresianische Akademie, Leopoldstadt Oberrealschule, Margarethen Staats-Unterrealschule, Wr. Neustadt und Hochschule für Bodencultur. 1877.

Puscariu, Johann Ritter v.: Das Stereometer. Budapest, 1877; 8°.

Regel, E.: Descriptiones plantarum novarum et minus cognitarum. Fasciculus V. St. Petersburg, 1877; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 16 & 17. Wien, 1877; 8°.

— Abhandlungen. Band. VIII. Heft-Nr. 2. Die Culm-Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten, von D. Stur. Wien, 1877; gr. 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série. Nr. 29 & 30. Paris, 1878; 4°.

Ricco, Annibale Prof.: Relazione fra il minimo angolo visuale e l'Intensità luminosa. Milano, 1877; 8°.

Scheffler, Hermann Dr.: Die Naturgesetze und ihr Zusammenhang mit den Principien der abstracten Wissenschaften. I. u. II. Theil. Leipzig, 1876/77; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 11^a. Novembre 1877. Palermo; 4°.

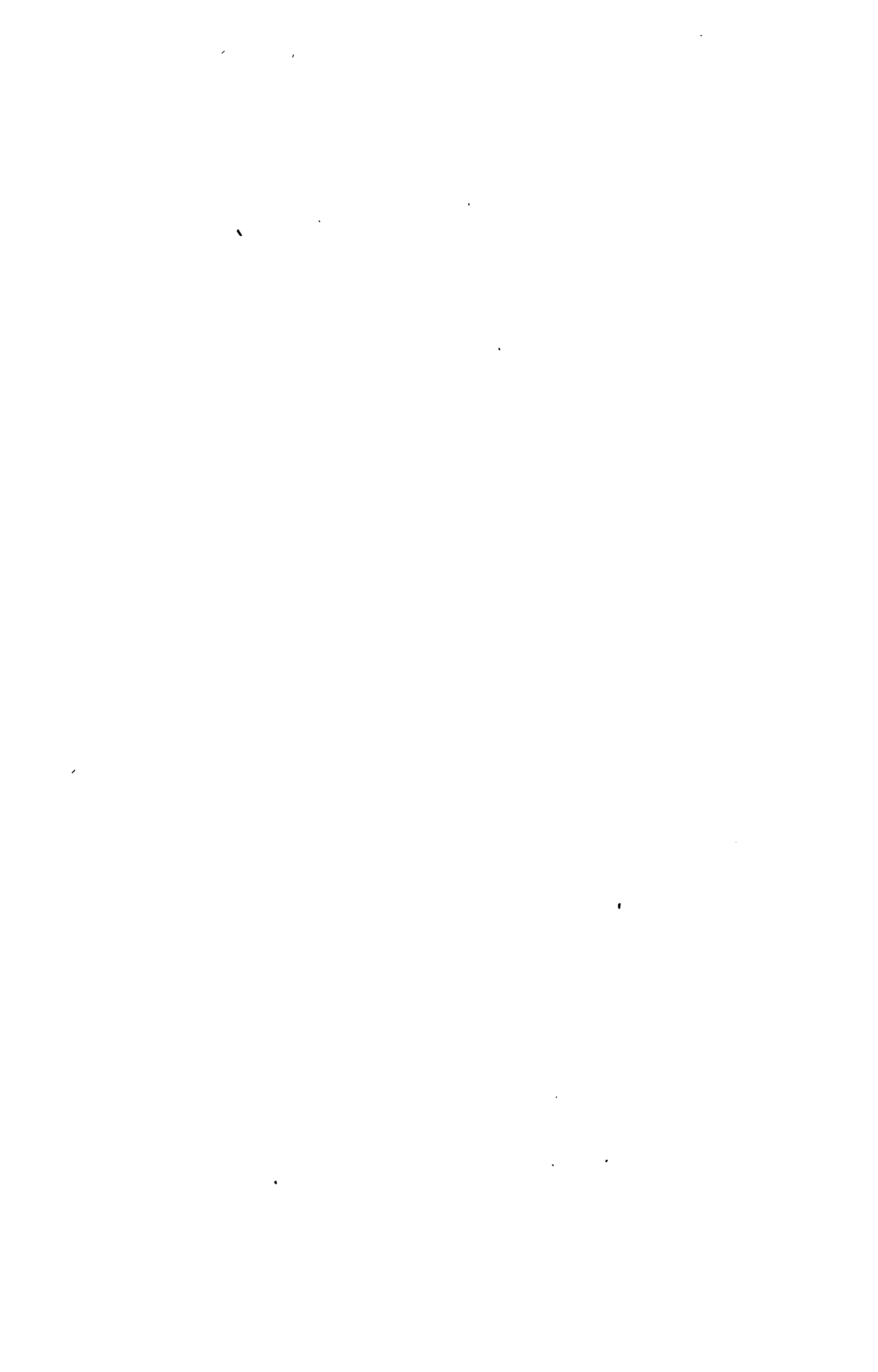
Società I. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVI. Nuova Serie Nr. 6 e 7, 8, 9 e 10, 11 e 12. Gorizia, 1877; 8°.

Société Imperiale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXIe Année. Nr. 7 & 8. Constantinople, 1877; 4°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles. Tome III. Nr. 2. Jekaterinenburg, 1876; 4°.

Society, the Royal geographical: Proceedings. Vol. XXII, Nr. 1. London, 1878; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 3 & 4. Wien, 1878; 4°.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



V. SITZUNG VOM 7. FEBRUAR 1878.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Herr Custos Th. Fuchs dankt für die ihm zum Abschluss seiner Untersuchung über die letzten Veränderungen des östlichen Mittelmeerbeckens seit der Tertiärzeit von der kaiserl. Akademie abermals gewährte Subvention.

Das w. M. Herr Prof. Ritter v. Kerner in Innsbruck übersendet sein eben erschienenes Druckwerk, betitelt: „Monographia Pulmonariarum.“

Das c. M. Herr Prof. v. Barth übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung:

„Über das Bixin“, von Herrn C. Etti.

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. Die von dem Lin.-Schiffslieutenant Herrn Carl Weyprecht verfasste Einleitung zum XXXV. Band der Denkschriften über die österr.-ungar. Polarexpedition.
2. Die Beschreibung und Zeichnung eines von den k. k. Seecadeten Herrn Wilh. v. Szigyártó und Joh. A. Kuczera construirten „Centrifugal-Luftschiffes“.

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Friedrich Brauer:

„Über die im kaiserlich zoologischen Museum aufgefundenen Originalexemplare zu Ign. v. Born's Testaceis Musei Caesarei Vindobonensis (1780). „

Herr Director Steindachner übergibt ferner eine Abhandlung desselben Verfassers: „Über neue Neuropteren."

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn stud. med. Emil Berger: „Über ein eigenthümliches Rückenmarksband einiger Reptilien und Amphibien."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 46[e] Année, 2[e] Série, Tome 44, Nr. 11. Bruxelles, 1877; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 16. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1878: 4°.

Astronomische Mittheilungen, von Dr. Rud. Wolf. XLIV. 1877; 8°.

— Nachrichten. Bd. 91; 18, 19 u. 20. Nr. 2178—2180. Kiel, 1878; 4°.

Barboza, J. V. du Bocage: Ornithologie d'Angola. 1[er] partie. Lisbonne, 1877; 4°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. XII. Jahrgang 1875: VII. Lieferung (Schluss); 4°. Titel und Beilagen zum XII. Jahrgang 1875; 4°. XIII. Jahrgang 1876. V. Lieferung; 4°. XIV. Jahrgang, 1877; III. Lieferung; 4°.

Compte rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXVI, Nr. 3. Paris, 1878; 4°.

Franchini Giuseppe: Appendice al Bozetto „La Terra non gira intorno al sole". Napoli, 1877; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 3. Wien, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1878; 4°.

Gruber, Wenzel, Dr.: Monographie über das zweigetheilte erste Keilbein der Fusswurzel — Os cuneiforme I. bipartitum tarsi — beim Menschen. St. Pétersbourg, 1877; 4°. — Über den Infraorbitalrand bei Ausschliessung des Maxilare superius von seiner Bildung beim Menschen. St. Pétersbourg, 1877; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1878; 4°.

Kerner, Antonio: Monographia Pulmonariarum. Oeniponte, 1878; gr. 4°.

Landbote, Der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landeskultur. XI. Jahrgang. Nr. 2 u. 3. Graz, 1878; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIV. Band, 1878, I. Gotha; 4°.

Nature. Vol. XVII, Nr. 431. London, 1878; 4°.

Observatory, the: Nr. 10. 1878, February 1. London, 1878; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto: Bullettino meteorologico in Moncalieri. Vol. XII, Nr. 2. Torino, 1877; 4°.

Porčinsky, J.: Materialien zur Geschichte der Fauna Russlands und des Kaukasus. St. Petersburg, 1877; 8°. — Materialien zur Naturgeschichte der Fliegen. St. Petersburg, 1875; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik, von Dr. Ph. Carl. XIV. Band, 2. Heft. München, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série. Nr. 31. Paris, 1878; 4°.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Serie 2ª. Anno XI°. Fascicoli terzo e quarto. Modena, 1877; 8°.

Statistisches Departement im k. k. Handels-Ministerium: Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XIII. Bd., 4. Heft. Hauptergebnisse der österr. Eisenbahn-Statistik im Jahre 1876. Wien, 1878; 4°.

Strassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1876/77. 53 Stücke; 4° u. 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XVI. Band. 1. Heft 1878. Wien; 8°.

— naturwissenschaftlicher von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald: Mittheilungen. IX. Jahrg. Berlin, 1877; 8°.

— Entomologischer, in Berlin: Zeitschrift. XXI. Jahrgang (1877). 2. Heft. (S. 1—8, 225—448). London, Berlin, Paris, 1877; 8°.

— naturforschender in Brünn. Verhandlungen. XV. Band. 1. u. 2. Heft, 1876. Brünn, 1877; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1878; 4°.

Über ein eigenthümliches Rückenmarksband einiger Reptilien und Amphibien.

Von **Emil Berger,** stud. med.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

So weit ich die Literatur übersehe, fehlen Mittheilungen über ein eigenthümliches Rückenmarksband, das bei einigen Reptilien und Amphibien vorhanden ist und bei den Schlangen seine bedeutendste Entwicklung erreicht.

An den Seitenflächen des Schlangenrückenmarkes (ich untersuchte *Tropidonotus natrix* und *Coluber Aesculapii*), das in einer Lösung von Chromsäure oder doppelt chromsaurem Ammoniak gehärtet wurde, lässt sich schon mit freiem Auge je ein längsverlaufender Streifen erkennen, der von dem übrigen sich gelb respective gelbbraun färbenden Rückenmark durch seine weisse Farbe und seinen Glanz absticht. An dem frischen Rückenmarke, sowie an dem in Alkohol gehärteten, lässt sich dieser Streifen weniger deutlich wahrnehmen.

Aus Querschnitten lässt sich entnehmen, dass zwischen der pia mater und dem Seitenstrange ein Gebilde liegt, das sich mit Carminammoniak und Haematoxylin intensiv färbt. Aus der linsenförmigen Gestalt, die dieses Gebilde hier zeigt, lässt sich entnehmen, dass dasselbe eine vordere und eine hintere Kante, eine äussere convexe und eine innere ebenfalls convexe Fläche besitzt. Von der Innenseite der pia mater lösen sich nun vorn und rückwärts je eine Lamelle ab, welche sich an den entsprechenden Kanten des oben genannten Gebildes befestigen. Erwähnen muss ich jedoch hier, dass die pia mater der Amphibien und Reptilien nicht identisch ist mit dem gleichnamigen Gebilde der höheren Wirbelthiere, sondern dass von ihren zwei Lamellen nach der Ansicht Owen's (On the Anatomy of Vertebrates. London 1866. Fol. I, pag. 296)

die innere wohl der pia mater, die äussere aber der Arachnoidea entspricht. Die äussere Fläche des strangförmigen Gebildes passt sich der convexen Fläche der äusseren Piamater-Lamelle an, während es mit seiner inneren Fläche in einer seichten Rinne des Seitenstranges liegt, deren Boden aus einer Lage dichten Bindegewebes besteht. Mit diesen beiden Nachbargebilden scheint es jedoch nicht verwachsen zu sein; es ist mithin blos indirect durch die innere Piamater-Lamelle an das Rückenmark befestigt. Noch muss ich erwähnen, dass nahe der hinteren Kante im obigen Gebilde durch die ganze Länge des Rückenmarkes ein Gefäss verläuft.

Über die histologische Beschaffenheit gibt der Querschnitt wenig Aufschluss. An Längsschnitten hingegen zeigt es sich, dass das strangförmige Gebilde aus einem Systeme dicht an einander geordneter wellenförmiger ungemein feiner Fasern besteht. In einem Gemenge von 1 Theil Salpetersäure und 8 Theilen einer concentrirten Lösung von chlorsaurem Kali löst es sich nach mässigem Erhitzen auf, wie dies die der Bindegewebsgruppe angehörigen Gebilde thun. Ich macerirte es, nachdem ich es vom Rückenmarke lospräparirt hatte, nach Angabe Rollet's in Barytwasser und verglich die auf diese Weise gewonnenen Macerationsproducte mit den durch Maceriren in derselben Flüssigkeit gewonnenen Producten einer Sehne der Schlange und eines Stückes Cutis derselben. Es zeigte sich, dass das strangförmige Gebilde direct in ungemein feine Fibrillen zerfiel, welche denen der Sehne vollkommen glichen. Es ist also als fibröses Gewebe zu bezeichnen.

Während dieses Rückenmarksband — denn als solches muss ich es dem histologischen Befunde nach bezeichnen — im oberen Theile des Rückenmarkes an der Seitenfläche, der Vorderfläche wohl näher als der rückwärtigen, jedoch in einer horizontalen Ebene (das Thier in seiner natürlichen Lage gedacht) mit dem Centralcanale liegt, kommt es im weiteren Verlaufe mehr nach vorn zu liegen, so zwar, dass es sich im unteren Caudaltheile an dem Rande zwischen Vorder- und Seitenfläche befindet. In demselben Maasse, wie das Rückenmark, nimmt es nach unten an Dicke ab und ebenso auch das zwischen ihm und dem Seitenstrange liegende Bindegewebslager. Nach oben tritt das Rücken-

marksband durch das *Foramen occipitale magnum* in die Schädelhöhle, verlässt hier seine Piamaterscheide und befestigt sich an dem Seitentheile *(pars lateralis, condyloidea)* des Hinterhauptbeines.

Um die relativen Grössenverhältnisse des Rückenmarksbandes zu der des Rückenmarkes darzustellen, habe ich Messungen vorgenommen, deren Resultate folgende sind. Bei einer 1 Meter langen Äskulapschlange mass im obersten Rückenmarkstheil dessen sagittaler Durchmesser 1·219 Mm., der frontale 1·524 Mm., der lange Durchmesser des Bandes (von der vordern zur rückwärtigen Kante) 0·333 Mm., der kurze 0·067 Mm., das zwischen Band und Seitenstrang liegende Bindegewebslager hatte eine Dicke von 0·024 Mm.

Dasselbe Rückenmarksband fand ich, jedoch weniger stark entwickelt, unter den Sauriern bei *Anguis fragilis* (Blindschleiche), *Lacerta* (Eidechse) *agilis* und *viridis*. Das Chamäleon besitzt dasselbe nicht. Bei *Emys europaea* (Schildkröte) habe ich es ebenfalls nicht gefunden, hingegen habe ich es bei einer Panzerechse, *Alligator sclerops*, wenn auch rudimentär entwickelt, gesehen. Um eine Vorstellung von der Verschiedenheit der relativen Grössenverhältnisse zwischen Band und Rückenmark bei Schlangen und Alligator zu geben, will ich auch die Masse des letzteren anführen. Der sagittale Durchmesser des Rückenmarkes 1·381 Mm., der frontale 1·905 Mm.; der lange Durchmesser des Bandes 0·314, der quere 0·019 Mm. Es ist demnach das Band namentlich in seinem queren Durchmesser in geringerem Masse entwiekelt als bei den Schlangen.

Noch muss ich erwähnen, dass ich dasselbe Rückenmarksband ebenfalls rudimentär entwickelt bei den geschwänzten Amphibien *Triton cristatus*, *Salamandra maculata* und dem Axolotl gefunden habe. Von Batrachiern habe ich den Frosch untersucht; derselbe besitzt das Rückenmarksband nicht. Fusslose Amphibien *(Coecilida)* hatte ich leider keine Gelegenheit untersuchen zu können.

Ich habe auch mehrere Fische (Aal, Goldfisch, Hecht), einen Vogel (Schwarzplättchen) und einen Säuger (Kind) untersucht, ohne auch nur Spuren vom obigen Rückenmarksbande finden zu können.

Was den erdenklichen Nutzen dieses eigenthümlichen Rückenmarksbandes betrifft, so mag er wohl darin bestehen, das Rückenmark vor localen Zerrungen zu schützen. Es ist klar, dass, wenn ein sehr wenig dehnbares Band in Verbindung mit dem Rückenmarke vom unteren Ende desselben bis zum Schädel hinaufläuft, der Effect einer localen Zerrung, welche durch die Beugung der Wirbelsäule hervorgebracht werden könnte, auf die ganze Länge vertheilt und somit unschädlich gemacht werden muss. Denn jeder stärkeren Dehnung an Ort und Stelle muss eben dieses wenig ausdehnbare Band widerstehen und gerade fibröses Gewebe erscheint als ein hiefür vorzüglich geeignetes Material, wie es sich auch in Sehnen, Aponeurosen u. s. w. als solches bewährt. Mit dieser Deutung stimmt auch das überein, was ich bisher über die Verbreitung dieses Bandes bei Amphibien und Reptilien ermittelt habe, indem es bei den Schlangen am stärksten entwickelt war und sich überhaupt nur bei solchen Thieren fand, deren Wirbelsäule stärkeren Beugungen ausgesetzt ist.

VI. SITZUNG VOM 14. FEBRUAR 1878.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Heinrich Drasch, Lehrer an der k. k. Oberrealschule in Steyr, betitelt: „Construction von Tangenten an die Berührungslinie einer Rotationsfläche und der ihr von einem Punkte aus umschriebenen Developpabeln."

Herr Carl Pelz, Privatdocent an der k. k. technischen Hochschule und Professor an der Landes-Oberrealschule in Graz, übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Ergänzungen zur allgemeinen Bestimmungsart der Brennpunkte von Contouren der Flächen zweiten Grades."

Das c. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung von Brom auf Phenoldisulfosäure", von M. v. Schmidt.

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine Notiz: „Über die Zersetzungsproducte eines Ammoniakgummiharzes aus Marocco durch schmelzendes Kalihydrat", von Dr. G. Goldschmiedt.

Herr Dr. J. Puluj, Privatdocent für Physik und Assistent am physikalischen Cabinete der hiesigen Universität, demonstrirt einen von ihm construirten „Telephon-Signalapparat" und legt die diesbezügliche Mittheilung vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Entrega 162. Tomo XIV. Enero 15. Habana, 1877; 8°.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXX. Sessione V^a del 15. Aprile 1877. Roma, 1877; 4°. — Sessione VI^a del 27. Maggio 1877. Roma, 1877; 4°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft 14. Nr. 1—2. Dresden, 1878; 4⁰.

Almanac, the Nautical and astronomical Ephemeris for the year 1880 and 1881. London, 1876/77; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang Nr. 5. Wien, 1878; 4⁰.

Archivio per le scienze mediche. Vol. II. Fascicolo 1⁰ e 2⁰. Torino, 1877/78; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band XCI; 21. Nr. 2181. Kiel, 1878; 4⁰.

Comitato, R. geologico d'Italia: Bollettino. Nr. 11 e 12. Novembre e Dicembre 1877. Roma, 1877; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nr. 4. Paris, 1878; 4⁰.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1876/77. 4⁰ & 8⁰.

Gesellschaft, Berliner medicinische: Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1876/77. Band VIII. Berlin, 1877; 8⁰.

— königl. bayer. botan., in Regensburg: Flora oder allgemeine botanische Zeitung. N. R. XXXV. Jahrgang, 1877. Regensburg; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1878; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1878; 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XVII. 1. Heft. Leipzig, 1878; 8⁰.

Laboratorium, Physiologisch der Utrechtsche Hoogeschool: Onderzoekingen. Derde Reeks. V. 1ᵉʳ Aflevering. Utrecht, 1878; 8⁰.

Moniteur scientifique du Dᵗᵉᵘʳ Quesneville: Journal mensuel. 22ᵉ Année. 3ᵉ Série. Tome VIII. 434ᵉ Livraison. Février 1878. Paris; 4⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 432. London, 1878; 4⁰.

Plantamour, E. Professeur: Résumé météorologique de l'Année 1876 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1877; 8⁰.

Plateau, J.: Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la Vision, depuis les temps anciens jusqu' à la fin du XVIII° siècle. Bruxelles, 1877; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc.; herausgegeben von Dr. Ph. Carl. XIV. Band, 3. Heft. München, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VII° Année, 2° Série, Nr. 32. Paris, 1878; 4°.

Rossi, Francesco Cav.: Di alcuni recenti progressi nelle scienze fisiche e in particolare di alcune indagini intorno alla temperatura del sole. Padova, 1878; 8°.

Sapieha: Revision der Ökonomie von Kobrin. Wilna, 1876; 4°.

Scacchi, Arcangelo: Dell' Anglesite rinvenuta sulle lave vesuviane. Napoli, 1878; 4°. — Sopra un masso di pomici saldate per fusione trovato in Pompei. Napoli, 1877; 4°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 12ª. Palermo, 1877; 4°. — Appendice al Volume VI. — Anno, 1877. Palermo, 1877; 4°.

Société entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2. Nrs. 45 & 46. Bruxelles, 1877; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXVIII. Nr. 3. London, 1878; 8°.

Verein der czechischen Chemiker: Listy chemické. I. Jahrgang, Nr. 9. Prag, 1877; 8°. — II. Jahrgang, Nr. 4 u. 5. Prag, 1878; 8°.

— naturhistorischer, der preussischen Rheinlande und Westfalens: Verhandlungen. XXXIII. Jahrgang. IV. Folge: III. Jahrgang. Zweite Hälfte. Bonn, 1877; 8°. XXXIV. Jahrgang. IV. Folge: IV. Jahrg. Erste Hälfte. Bonn, 1877; 8°.

— Naturwissenschaftlicher, zu Magdeburg: Sechster Jahresbericht nebst den Sitzungsberichten aus dem Jahre 1875. Magdeburg, 1876; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1878; 4°.

Wolf, Rudolf, Dr.: Mémoire sur la période commune à la fréquence des taches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique. 4°.

VII. SITZUNG VOM 28. FEBRUAR 1878.

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth dankt für die ihm zum Abschlusse einer Reihe von Untersuchungen im I. chemischen Universitätslaboratorium in Wien von der Akademie gewährte Subvention.

Das c. M. Herr Prof. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet mit Bezug auf seine in der Sitzung am 6. December v. J. vorgelegte Abhandlung: „Über die Anwendung des Doppler'schen Principes auf die fortschreitende Bewegung leuchtender Gasmoleküle“ folgende nachträgliche Bemerkung:

Der in der genannten Abhandlung behandelte Gegenstand ist, wie ich leider erst nachträglich zufällig bemerke, schon 1870 von F. Lippich in Pogg. Ann., Bd. 139, unter dem Titel: „Über die Breite der Spectrallinien“ behandelt worden, wesshalb Herrn Lippich unbedingt die Priorität zukommt.

Das c. M. Herr Regierungsrath E. Mach in Prag übersendet eine Notiz des Herrn A. Haberditzl, betreffend den von Dvořák beobachteten Variationston.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Construction der Curven zweiter Ordnung, welche in zwei andere Curven derselben Ordnung eingeschrieben sind“, von Herrn W. Němetz, Prof. an der k. k. Oberrealschule in Elbogen.

2. „Zur Lehre von den Differenzenreihen und über den Beweis eines Satzes der combinatorischen Analysis“, von Herrn Dr. J. G. Wallentin, Professor am k. k. Realobergymnasium und Docent für mathematische Physik an der k. k. technischen Hochschule in Brünn.

Ferner bringt der Secretär mit Bezug auf das in der Sitzung am 7. Februar l. J. vorgelegte Project eines Centrifugal-

Luftschiffes von den k. k. Seecadeten Herren J. Kuczera und W. v. Szigyártó zur Kenntniss, dass die Einsender nachträglich um die Wahrung ihrer Priorität über diesen Gegenstand angesucht haben.

Das w. M. Herr Prof. v. Brücke legt eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung vor, betitelt: „Über einige Empfindungen im Gebiete der Sehnerven".

Das c. M. Herr Prof. v. Barth berichtet über drei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

X. „Über risulfooxybenzoësäure", von Dr. M. Kretschy.

XI. „Über die Reduction der Ellagsäure durch Zinkstaub," von L. Barth und G. Goldschmiedt.

XII. „Über Oxydationsproducte der Protocatechusäure," von Dr. Max Gruber.

Herr Dr. Franz Exner, Privatdocent an der Wiener Universität, überreicht eine Arbeit: „Über die galvanische Polarisation des Platins in Wasser."

Herr Dr. Rudolf Benedikt, Adjunct an der k. k. technischen Hochschule, überreicht eine Abhandlung: „Über Trinitrosophloroglucin".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, the Davenport of natural Sciences: Proceedings Vol. I. 1867—1876. Davenport, 1876; 8°.

— the Connecticut of arts and Sciences: Transactions. Vol. IV. Part 1. New Haven, 1877; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXII, 1877/78. Serie terza. Transunti. Vol. II. Fascicolo 1°. Dicembre 1877. Roma, 1878; 4°. — Fascicolo 2°. Gennaio 1878. Roma, 1878; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. November, 1877. Berlin, 1878; 8°.

Ambrosi Francesco: La Valle di Tessino. Borgo, 1878: 12°. — Cenni per una Storia del progresso delle scienze naturali in Italia. Padova, 1877; 12°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1878; 4°.

Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen. II. Band, 1. Theil (deutsch und böhmisch), Prag, 1877; 4⁰. — Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. Die Weissenberger und Malnitzer Schichten, von Dr. Ant. Frič. IV. Band, Nr. 1 (geologische Abtheilung). Prag, 1878; 4⁰.

— für Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert. fortgesetzt von R. Hoppe. LXI. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1878; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band 91. 22—24. Nr. 2182 bis 2184. Kiel, 1878; 4⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXI, Nr. 241. 15. Janvier 1878; 8⁰. — Indices de Refraction ordinaires et extraordinaires du Quartz pour les rayons de différentes longueurs d'onde jusqu' à l'extrême ultra-violet par M. Édouard Sarasin. Genève, Lausanne, Paris, 1878; 8⁰.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1875. 8. Heft. 1878; 4⁰. — Für das Jahr 1876. 11. Heft. Wien, 1878; 4⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI. Nrs. 5 & 6. Paris, 1878; 4⁰. Tables des Comptes rendus des Séances de l'Académie de Sciences. Premier semestre 1877. Tome LXXXIV.

Gerhardt, C. J., Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neuere Zeit. XVII. Band. Geschichte der Mathematik. München, 1877; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 2. Berlin, 1878; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 4. Wien, 1878; 4⁰.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXI. (neue Folge XI), Nr. 1. Wien, 1878; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang. Nr. 7 & 8. Wien, 1878; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 7 & 8. Wien, 1878; 4⁰.

Journal, the American of Science and Arts. Third Series. Vol. XV. (Whole Number CXV.) Nr. 86. February 1878. New Haven, 1878; 8°.

Kiel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1876. Band XXIII. Kiel, 1877; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k.k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1877. November- bis December-Heft. Wien; 8°. — Jahrgang 1878, Jänner- bis Februar-Heft. Wien, 1878; 8°.

Lese-Verein, akademischer, an der k. k. Universität und k. k. technischen Hochschule in Graz: X. Jahresbericht im Vereinsjahre 1877. Graz; 8°.

Listing, Johann Benedict: Neue geometrische und dynamische Constanten des Erdkörpers. Göttingen, 1878; 12°.

Lyttleton, S., Forbes Winslow, M. B. D. C. L., The Journal of psychological Medicine and mental Pathology. New Series. Vol. III. Part 2. London, Dublin, Edinburgh, New York, Philadelphia; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann, XXIV. Band, 1878 II. Gotha; 4°.

Nature. Vol. XVII. Nr. 433 & 434. London, 1878; 4°.

Osservatorio, Reale di Brera in Milano: Publicazioni. Nr. 12. Su alcuni Temporali osservati nell' Italia superiore; del Prof. Paolo Frisiani. Milano, 1877; 4°.

Plantamour, E.: Recherches experimentales sur le Mouvement simultané d'un Pendule et de ses Supports. Genève, Bale, Lyon, 1878; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 18. 1877. Wien; 4°. — Nr. 1 & 2; 1878. Wien; 4°. — Jahrbuch. Jahrgang 1877. XXVII. Band. Nr. 4. October, November, December. Wien, 1877; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIe Année, 2e Série, Nr. 33 & 34. Paris, 1878; 4°.

Rostock, Universität: Academische Schriften aus den Jahren 1875, 76 u. 77. 8° u. 4°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXIV. 1877. Comptes rendus des Séances 2. Paris, 1877; 8°.

Société géologique de France: Bulletin. 3e Série, tome Ve. 1877. Nr. 8. Paris, 1877; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome VI. Nr. 2. Paris, 1878; 8°.

Tommasi, Donato Dott.: Riduzione dei Clorati in Cloruri senza l'intervento del preteso stato nascente dell' idrogeno. 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLIX. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1878. I.) Wien, 1878; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 7 & 8. Wien, 1878; 4°.

Zenti, Ignazio Pr.: Elenco dei Doni pervenuti alla biblioteca communale di Verona dal 1864 al 1875. Verona, 1877; 8°.

Über einige Empfindungen im Gebiete der Sehnerven.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

(Mit 1 Holzschnitte.)

I.

In allen Farbensystemen erscheint Braun als Verdunkelungsfarbe des Gelb, beziehungsweise des Orange, es bildet den Übergang von Hochgelb und Orange zu Schwarz.

Wenn man auf dem Farbenkreisel nach Maxwell's Methode 65 bis 70 Theile Hochgelb (gelbes Glanzpapier von der Farbe des doppelt chromsauren Bleioxyds mit 295, beziehungsweise 290 Theilen Schwarz (schwarzes Glanzpapier) mischt, so erhält man bei diffuser Beleuchtung und bei Vermeidung der vom Glanzpapier ausgehenden Spiegelungen ein schönes Braun von der Farbe des lichteren polirten Nussbaumholzes.

Mennigfarbe statt des Gelb gibt unter gleichen Verhältnissen ein Rothbraun, ähnlich dem, welches das polirte Mahagoniholz zeigt. Kanariengelb gibt ein Braungrün, welches man mit dem Namen der Olivenfarbe zu bezeichnen pflegt.

Man kann sich auch leicht überzeugen, dass es sich hier nicht um die Combination der Eindrücke, beziehungsweise der Empfindungen Gelb und Schwarz handelt, dass das Schwarz als objective Farbe dabei vollständig entbehrt werden kann.

Man nehme mehrere Stücke des gemeinen überall käuflichen gelben Glases, wie es zu gelben Fensterscheiben verwendet wird, und lege sie in Terrassen über einander. Blickt man durch dieselben nach einer Lichtflamme, so sieht man diese durch das einfache Glas gelb, durch das mehrfach übereinander liegende Orange bis roth, je nachdem mehr und mehr von den stärker brechbaren Lichtsorten absorbirt wird. Aehnlich ist der Effect, wenn man durch die Gläser einen sehr hell beleuchteten Gegenstand, z. B. eine hell beleuchtete Wolke ansieht.

Betrachtet man dagegen durch dieselben Gläser, während man sie einigermassen von den Augen entfernt hält, so dass sie nur einen kleinen Bruchtheil des Sehfeldes bedecken, einen schwächer beleuchteten neutralfarbigen Gegenstand, ein weisses oder graues Papier, so sieht man sehr deutlich verschiedene Abstufungen von Braun.

Auch auf dem Wege der Interferenz ist es leicht, schönes und deutliches Braun hervorzurufen. Das Diffractionsspectrum eines einfachen Spalts, durch den Sonnenlicht auf einen Schirm einfällt, beginnt jederseits mit einem braunen Streifen, weil die stärker brechbaren Lichtsorten zuerst in die dunkle Phase eintreten. Die Farben dünner Blättchen die man auf blankem Stahl durch Oxydation erzeugt, beginnen mit Braun, weil das Licht beim Eintritte aus der Luft in die Oxydschicht und dann wieder an der Grenze des regulinischen Metalles beide Male in einem schwächer brechenden Medium fortschreitend, von einem stärker brechenden reflectirt wird, und mithin wiederum die stärker brechbaren Lichtsorten zuerst in die dunkle Phase kommen. Aus letzterem Grunde fangen ferner auch die Newton'schen Farben des durchfallenden Lichtes mit Braun an, aus demselben Grunde zeigt ein keilförmig geschnittener doppelbrechender Körper zwischen parallelgestelltem Nicol'schen Prisma da Braun, wo seine Dicke zuerst gross genug ist, um einen wirksamen Gangunterschied der Wellen des ordinären und extraordinären Strahles hervorzubringen u. s. w.

Kurz die Empfindung Braun tritt ein, wenn polychromatisches Licht auf eine oder die andere Weise so weit an kurzwelligen Lichtsorten verarmt, dass der Rest bei grösserer Intensität die Empfindung Hochgelb ode Oange hervorbringen würde.

Nicht so leicht ist es durch monochromatisch gelbes Licht die Empfindung Braun hervorzurufen.

Helmholtz sagt in seiner physiologischen Optik, Seite 281: „Ebenso gelang es mir, homogenes Goldgelb des Spectrums als Braun erscheinen zu lassen indem ich mittelst einer unten auseinanderzusetzenden Methode auf einem weissen unbeleuchteten Schirme ein rechteckiges Feldchen damit beleuchtete, daneben ein grösseres Feld des Schirmes dagegen mit hellerem weissen

Lichte. Roth, in derselben Weise angewendet, gab rothbraun, Grün olivengrün."

Nach dem Principe der farbigen Schatten kann man mit gelbem Natronlicht sehr deutliches Braun hervorbringen. Ich habe mich hiezu einer Wasserstoffflamme bedient, in die eine Chlornatriumperle gehalten wurde. Auf eine mit weissem Papier beklebte und dann noch mit schwefelsaurem Baryt angestrichene Pappe wurde bei Tageslicht eine kleinere schwarze Tafel gestützt, die doppelten Schatten warf. Die von der Natronflamme, aber nicht vom directen Tageslichte beleuchtete Schattenfläche war deutlich braun.

Aber bei diesem Versuche wirkte monochromatisches Licht nicht allein, denn auf die braun erscheinende Fläche fiel zwar nicht directes Tageslicht, aber doch indirectes, das von den Wänden und von der Zimmerdecke reflectirt wurde. Ausserdem war ein wirksamer Contrast vorhanden, da das Tageslicht in breiten Massen einfiel.

Der Contrast war auch bei dem Versuche von Helmholtz nicht ausgeschlossen, indem ein zweites grösseres Feld mit weissem Lichte beleuchtet wurde. Wenn man jede Art von fremdem Licht ausschliesst, so lässt sich mittelst Natronlicht die Empfindung Braun nicht hervorbringen.

Beim Lichte der Natronflamme erscheinen zunächst, wie dem Leser bekannt sein wird, die Halbschatten nicht braun, sondern bleigrau, die Kernschatten schwarz oder doch schwärzlich. Ich habe ferner folgende Versuche gemacht:

Ich habe auf dem Farbenkreisel dieselbe Verbindung von Schwarz und Gelb untersucht, die bei Tageslicht das schöne Nussbraun gab. Ich erhielt kein Braun, sondern nur eine schwer definirbare dunkle Farbe, als ob sich eine Russschicht über das Gelb gelagert hätte.

Ich habe durch die früher erwähnten gelben Gläser im im Uebrigen verfinsterten Zimmer nach vom Natronlichte beleuchteten Flächen gesehen. Ich erhielt kein Braun. Es war, als ob ich durch Rauchgläser (London smoke) hindurchsähe.

Es würden diese Resultate selbstverständlich sein, wenn ich bereits so an das Natronlicht gewöhnt gewesen wäre, dass mir dasselbe als dominirendes Licht weiss erschienen wäre, wie dies

ja mit dem gelben Kerzen- oder Lampenlichte geschieht, wenn man sich eine Weile in der ausschliesslichen Beleuchtung desselben aufgehalten hat. Das war aber durchaus nicht der Fall, das Natronlicht, und namentlich die Flamme selbst, erschien mir sehr deutlich gelb, wenngleich blasser, fahler, also weniger gesättigt, als wenn gleichzeitig Tageslicht einfiel.

Wenn man mit einem Mitscherlich'schen Saccharometer bei Natronlicht arbeitet und die Nicol'schen Prismen langsam kreuzt, um auf Dunkel einzustellen, so erfolgt der Übergang von blendend hellem Gelb zur Dunkelheit ganz allmälig.

Wenn lichtschwaches Gelb unter allen Umständen die Empfindung Braun erzeugte, so müsste dieser Uebergang durch Braun erfolgen. Das ist aber nicht der Fall, selbst dann nicht, wenn man die Versuche, ohne die Fensterladen zu schliessen, bei hellem Tage anstellt, wo doch von einem Angewöhnen nicht wohl die Rede sein kann.

Nichtsdestoweniger haben wir hier nur mit Erscheinungen zu thun, wie sie auch bei anderen Farben vorkommen. Wenn man durch eine rein rothe zwischen parallelen Glaswänden eingeschlossene Fuchsinlösung auf Gebäude, Schnee u. s. w. hinaussieht, so hat man es ganz in seiner Gewalt, ob die mehr beschatteten Theile roth erscheinen sollen oder schwärzlich. Hält man das Gefäss weit vom Auge, so dass nur ein kleines Stück des Sehfeldes von demselben gedeckt wird, so erscheinen die Schattenflächen deutlich roth im Vergleiche mit denen, welche man mit freiem Auge sieht. Wenn man aber das Gefäss dem Auge nähert, so dass nach und nach das ganze Sehfeld vom Roth eingenommen wird, so verliert sich die Röthe der Schatten, sie werden schwärzlich. Ähnliche Effecte hat man mit rothen, blauen und grünen Gläsern.

Wenn man davon absieht, dass einzelne Beobachter das sehr lichtschwache Roth am rothen Ende des Spectrums Braun, Rothbraun oder Braunroth nennen, so hat, so viel ich weiss, noch Niemand behauptet, dass im prismatischen Farbenbilde Braun vorkomme. Wenn man durch ein Spectroskop à vision direct gegen den bedeckten Himmel oder gegen eine einzelne Wolke sieht und den Spalt weiter und weiter verengert, so verdunkelt sich dass Gelb mit den anderen Farben mehr und mehr, es schrumpft

dabei, wird schmäler, so dass Roth und Grün näher aneinander rücken, es bleibt noch ein schmaler Streif unmittelbar jenseits der *D*-Linien, dann verliert auch dieser seine prägnante Farbe, es existirt ein schwer definirbarer Übergang zwischen Roth und Grün, von dem man nicht sagen kann, dass er den specifischen Eindruck des Braun mache.

Da die Empfindung Braun als die eines verdunkelten Gelb leichter eintreten wird, wenn das objective gelbe Licht nicht heller ist, als das neben ihm stehende andersfarbige, so habe ich gesucht, diess gelbe Licht zu schwächen.

Durch Versetzen einer Lösung von Kupfervitriol mit Ammoniak im Überschuss bereitete ich eine Flüssigkeit, die in einer Schicht von hinreichender Dicke dieser Forderung wirksam Genüge leistete, während sie noch eine Partie rothen Lichtes hindurch liess. Vor diese Schicht legte ich eine verdünnte Lösung von doppelt chromsaurem Kali in solcher Dicke, dass das durch beide Flüssigkeiten hindurchgegangene Licht als Ganzes saftgrün erschien. Bei der Untersuchung mit dem Spectroskop zeigte sich, dass Blau und Violett absorbirt waren; Roth und Grün waren noch sehr deutlich sichtbar und unverkennbar in ihrer Farbe, der Übergang zwischen beiden war dunkler als früher, aber immer noch nicht deutlich braun.

Es ist mir indessen gelungen, auch deutliches Braun zu beobachten. Man verdünne eine Lösung von Kupfersulphat so weit, dass sie, nachdem man den Spalt des Spectroskops bis zum Sichtbarwerden der Linien *D*, *E*, *b*, *F*, *G*, verengt hat, alles in seiner Farbe erkennbare Roth eben wegnimmt, dann zeigt das langwellige Ende des Spectrums ein Braun, welches mit abnehmender Wellenlänge in Grün übergeht. Beim ersten Hineinblicken und beim Schwanken der Gesichtslinie neigt der Eindruck noch mehr zum Röthlichen, aber bei ruhigem Fixiren tritt das Braun immer deutlicher hervor.

Hier wirken zweierlei Umstände, erstens das Wegschaffen des Roth, das, so lange es in seiner kräftigen Farbe erkennbar ist, auf die Vorstellung Braun drückt, und zweitens der Contrast, den das im Spectrum in seiner ganzen Stärke erhaltene Blau hervorruft. Um letzteres wegzuschaffen, schiebe ich die früher

benutzte Lösung von doppelt chromsaurem Kali ein. Das Braun ist noch erkennbar, aber nicht so deutlich wie früher.

Für die monochromatische Erzeugung der Empfindung Gelb ist die Contrastfarbe nicht nöthig. Sie entsteht immer, wenn die Strahlen von der entsprechenden Wellenlänge mit hinreichender Intensität einwirken, und zwar kommt neben der absoluten Intensität auch die relative in Betracht. Wenn man den Spalt des Spectroskops sehr weit macht und nach dem bewölkten Himmel sieht, so erscheint das Gelb im Spectrum sehr intensiv und nimmt einen bedeutenden Raum ein. Diess hängt einerseits mit der absoluten Helligkeit zusammen, anderseits liegt es an der Mangelhaftigkeit des Spectrums, an der Breite, in der die einzelnen Wellenlängen auftreten und an dem hiervon herrührenden Übereinandergreifen ihrer Partial-Spectren.

Wenn man den Spalt verengt, so reinigt sich das Farbenbild und das Gelb zieht sich auf einen schmalen Streifen jenseits der *D*-Linien zusammen.

Verengt man dann den Spalt noch etwas weiter, so verliert das Gelb an specifischem Charakter, also scheinbar an Sättigung, obgleich doch das schärfere Hervortreten der Frauenhofer'schen Linien zeigt, dass die Trennung der Farben vollkommener, nicht weniger vollkommen geworden ist.

Schiebt man jetzt vor das Spectroskop eine verdünnte Lösung von rosolsaurem Natron, concentrirt genug, um nebst einem Theile des Grün alles Violett und Blau wegzunehmen, so erscheint das Gelb wieder entschiedener in seiner Farbe.

Hier ist die Contrastfarbe anscheinend vollständig weggenommen worden und die absolute Intensität der gelben Strahlen hat sicher nicht zugenommen, wohl aber die relative wegen der anderweitigen beträchtlichen Absorption, die ausgeübt worden ist.

Ich kann indessen nicht verschweigen, dass in diesem Falle die Abwesenheit jeglicher Contrastwirkung bestritten werden könnte. Die Absorption des rosolsauren Kali und Natron beginnt im Grün und Grünblau und breitet sich von da aus bei steigender Concentration, beziehungsweise bei wachsender Dicke der Schicht, über Blau und Violett aus. Noch längere Zeit sieht man ein breites lichtschwaches, tief violettblaues Band, bis auch dieses dem Auge entschwindet.

Auf dieser Art der Absorption beruht es, dass concentrirte Lösungen von rosolsauren Alkalien eine mehr zwiebelrothe, verdünntere eine mehr rosenrothe, das heisst nicht nur lichtere, sondern auch mehr zum Purpur neigende Farbe zeigen. Es könnte nun Jemand sagen: Wenn das Blau anscheinend völlig verschwunden ist, so heisst diess nur, dass seine Wirkung nicht mehr über die Schwelle der bewussten Erregung reicht. Eine Wirkung kann immerhin noch da sein und diese kann uns unbewusst den Contrast hervorrufen. Es scheint mir aber doch hier diese Annahme etwas künstlich zu sein, obwohl sich nicht leugnen lässt, dass gerade Farbenwirkungen, welche sich bereits der Grenze der bewussten Wahrnehmung nähern, sehr geeignet sind, Contraste hervorzurufen. Ich brauche nur an die bekannten Versuche zu erinnern, bei denen man den Contrast verstärkt, indem man über farbige Papiere, auf denen kleine neutralgraue Felder von nahezu derselben Helligkeit angebracht sind, ein Seidenpapier deckt. Die Verstärkung des Contrastes beruht hier darauf, dass die bewusste Vorstellung der objectiven Farbe abgeschwächt wird. So lange sie nackt und offen dalag, schrieben wir ihr ihren wahren chromatischen Werth zu, nachdem sie aber mit Seidenpapier bedeckt ist, sind wir geneigt, die Fläche für weiss, oder nahezu weiss zu halten.

Aber hier ist doch die Farbe, die den Contrast hervorrufen soll, noch immer bewusst wahrnehmbar vorhanden, und wir erkennen sie sofort, wenn wir ein wirklich weisses, dickes, undurchscheinendes Papier daneben legen. In dem oben erwähnten spectroskopischen Versuche ist aber die Farbe, welche den Contrast hervorrufen soll, für die bewusste Wahrnehmung überhaupt nicht mehr vorhanden.

Wenn wir auf das Bisherige zurückblicken, so ergibt sich, dass es bei monochromatischer Beleuchtung kein Braun gibt. Die Empfindung Braun existirt nur, wo die Vergleichung mit anderen Farben möglich ist. Aber auch dann wird sie von monochromatischem Lichte mit rechter Deutlichkeit und Entschiedenheit nur dann hervorgerufen, wenn ihr Contrastwirkung zu Hilfe kommt. Nicht dasselbe gilt von der Empfindung Gelb. Sie kann nicht nur durch monochromatisch gelbes Licht, ohne dass Contrastwirkung

mit im Spiele ist, hervorgerufen werden, sondern sie existirt auch bei monochromatischer Beleuchtung.

Alles Braun, welches wir als Farbe an den Gegenständen und auf Bildern wahrnehmen, ist polychromatisches Braun.

Ein solches Braun ist wie jede andere Farbe physikalisch gesättigt, wenn es keine Farben enthält, aus denen man Weiss, beziehungsweise neutrales Grau mischen kann. Es darf also, da es stets Roth enthält, um gesättigt zu sein, nicht das Blaugrün enthalten, welches dem Roth complementär ist, und keine Strahlen von kürzerer Wellenlänge; der ganze brechbarere Theil des Spectrums, von der Grenze zwischen Grün und Blaugrün an, muss vollständig absorbirt sein.

Da die Empfindlichkeit unseres Auges für Sättigung keine absolute ist, so kann uns auch noch ein Braun, bei dem diess nicht in vollem Umfange der Fall ist, den Eindruck einer schönen und gesättigten Farbe machen.

So absorbirt der als braune Malerfarbe trotz seines Nachdunkelns so beliebte Asphalt in dünneren Schichten, auch in solchen, in denen er schon deutlich braun, wenn auch lichtbraun erscheint, keinesweges alles Blau des Spectrums.

Aber immerhin bleibt das Braun empfindlich gegen Beimengung von Blau. Bei der Kleinheit der Lichtmenge mit der das Braun überhaupt wirkt, müssen auch Zumischungen der complementären Farbe die specifische Farbe rasch tödten. Damit hängt es zusammen, dass die schönsten braunen Malerfarben sogenannte Lasurfarben sind, d. h. solche, deren Theilchen an ihrer Oberfläche wenig Licht reflectiren, bei denen also nahezu die ganze Helligkeit, welche sie dem Auge zeigen, von dem hellen Untergrunde ausgeht, auf den das Licht durch die Lasurfarbe gelangt, und von dem es durch die Lasurfarbe hindurch wiederum zum Auge reflectirt wird. Dies der zweimaligen Absorption unterworfene Licht muss je nach der Dicke der Schicht der Lasurfarbe deren specifische Farbe in grösserer oder geringerer Sättigung zeigen.

Bei den Deckfarben oder sogenannten festen Farben wird zwar die specifische Farbe auch durch Absorption im Innern der Farbentheilchen erzeugt, aber die letzteren reflectiren im Allgemeinen mehr Licht von ihrer Oberfläche, als diess bei den Lasur-

farben der Fall ist. Dieses von den Malern als Luftlicht bezeichnete, keiner Absorption unterworfene Licht erscheint uns bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung blau oder bläulich und ist deshalb der Sättigung des Braun abträglich. Daher rührt es auch, dass es in der Öl- und in der Acquarellmalerei gesättigtere und desshalb schönere braune Farben gibt, als in der Fresco- und in der Gouache-Malerei. Mit dem Luftlichte hängt es auch zusammen, dass bei braunen Gegenständen, die vom diffusen Tageslichte beleuchtet sind, die im Schatten oder Halbschatten liegenden Partien in der Farbe so viel gesättigter erscheinen, als die im vollen Lichte liegenden. Es ist diess bei allen farbigen Gegenständen der Fall, aber bei den braunen am meisten, bei den blauen am wenigsten.

Wenn man eine Glasplatte mit in Terpentinöl aufgelösten Asphalt in verschiedener und zuletzt sehr geringer Dicke bestreicht, und dann durch dieselbe nach einer hell beleuchteten Wolke oder einer Schneefläche sieht, so schliessen sich an dunkelrothbraune Partien orangefarbene an, an diese gelbe, bis endlich durch die dünnsten Lagen der Schnee nur noch schwach gelblich erscheint. Legt man nun dieselbe Glasplatte auf ein schwächer beleuchtetes Papier, so erscheinen die Partien, die früher rothbraun waren, schwärzlich, diejenigen, die orange erschienen, dunkelbraun, die, welche gelb erschienen, hellbraun und die allerdünnsten falb.

Man könnte sich nun unter diesen lichteren Farben eine solche aussuchen, die etwa an Helligkeit einem Orange entspricht, das man früher sah, als man die Schneefläche als Lichtquelle benützte. Hier waren dann die Strahlen durch eine dickere Asphaltschichte gegangen, die Farbe war also sicher gesättigter. Hieraus lässt sich mit Hilfe der folgenden bekannten Thatsachen ein allgemeiner Satz ableiten. Zwei Farben können sich unterscheiden: 1. durch ihren Ton, ihre Nuance, d. h. durch ihre Stellung im Farbenkreise, 2. durch ihre Helligkeit, 3. durch ihre Sättigung. Sie können sich endlich 4. noch unterscheiden durch ihre Intensität; wenn aber Farben einer und derselben Nuance gleiche Helligkeit haben, so hängt ihre Intensität nur mehr von der Sättigung ab, und wenn sie gleich gesättigt sind, sind sie identisch. Nun kann man ein Lichtbraun, beziehungsweise ein Falb und ein Orangegelb wählen, welche einer und derselben

Nuance angehören. Gibt man ihnen dann gleiche Helligkeit, so können sie sich nur mehr durch ihre Sättigung und in Folge davon durch ihre Intensität von einander unterscheiden. Das Orangegelb ist dann immer die gesättigtere und damit die intensivere Farbe.

Übertragen wir diess auf ein kugelförmiges Farbenschema, das an einem Pol Weiss, am andern Schwarz und auf dem Äquator den Farbenkreis in gesättigten Farben trägt. Wir denken uns diese gesättigten Farben alle von gleicher Helligkeit.

Wir suchen unter ihnen das Orangegelb auf, von dem wir ausgehen wollen.

Wir ziehen von diesem aus einen Radius zum neutralgrauen Centrum, das wir uns von gleicher Helligkeit mit dem Orange gelb denken. Dann liegen auf diesem Radius mit abnehmender Sättigung alle Abstufungen des Lichtbraun, beziehungsweise Falb, von derselben Helligkeit. In dem Kreisquadranten zwischen diesem Radius und der in den schwarzen Pol auslaufenden Axenhälfte liegen dann alle Arten des dunkleren Braun von derselben Nuance und in dem Kreisquadranten zwischen demselben Radius und der gegen den weissen Pol auslaufenden Axenhälfte liegen dann alle Arten des Falben von derselben Nuance bis zum Isabellfarbenen und zum Weiss.

Wenn man die Gegenstände von brauner Körperfarbe ansieht, so wird man bemerken, dass letztere unter gewöhnlichen Umständen nicht der Oberfläche unserer Farbenkugel folgt, sie geht nicht durch Orangegelb, sondern von dunkelbraun zu Lichtbraun, sie verläuft unter der Oberfläche der Farbenkugel, in der Masse derselben. Es rührt diess, wie aus dem Früheren hervorgeht, davon her, dass die lichteren Partien noch immer diffuses Tageslicht, das keiner hinreichenden Absorption unterworfen wurde, und somit auch complementär gefärbtes Licht in ziemlicher Menge reflectiren. Nur wenn die Beleuchtung direct von der Sonne ausgeht, können lebhaft orangegelbe Tinten an braunen Gegenständen auftreten, namentlich ist diess der Fall, wenn die Sonne tief steht und ihre Strahlen durch atmosphärische Absorption an kurzwelligem Lichte mässig verarmt sind, aber noch nicht so weit, dass sie die Gegenstände roth färben.

Ich muss schliesslich hier noch einer Erscheinung erwähnen, auf welche ich schon auf Seite 40 hingedeutet habe. Sowohl in der Farbenfolge des Newton'schen Ringsystems, als auch in den Farbenfolgen, die man durch Gypskeile, terrassirte Glimmerplatten oder andere doppeltbrechende Medien im polarisirten Lichte erzielt, gibt es eine Schattirung Braun. Sie bildet die ersten Farben unmittelbar am centralen hellen Fleck des Newton-schen Ringsystems des durchfallenden Lichtes, und die ersten Farben im hellen Sehfelde eines Polariskops, das so gestellt ist, dass die möglichen Schwingungsebenen im Analyseur und im Polariseur gleich gerichtet sind. Dieses Braun wird, wie bekannt, dadurch erzeugt, dass, während die dicke der doppelbrechenden Schicht von Null angefangen weiter und weiter anwächst, die kurzwelligen Strahlen um so mehr, je kürzer ihre Schwingungsdauer ist, in dunklere und dunklere Phasen eintreten, während die langwelligen noch in helleren Phasen erhalten bleiben. Dieses Braun ist, wie schon aus der Art seiner Entstehung hervorgeht, keineswegs eine im physikalischen Sinne des Wortes gesättigte Farbe, namentlich nicht in seinen lichteren Partien. Dennoch macht es auf das Auge einen sehr entschiedenen chromatischen Eindruck, einen Eindruck, der mit nichts verwechselt werden kann und der nicht anders bezeichnet werden kann, als mit dem Namen Braun. Dieses Braun geht durch ein dunkles Rothbraun in ein sehr dunkles, dabei aber doch nicht ganz reines Violett über. Die Complementärfarbe dieses Braun ist, wie die Beobachtung bei gekreuzten polarisirenden Vorrichtungen zeigt, sogenanntes Lavendelgrau, ein Grau, das vom neutralen Grau um ein Geringes nach der Seite des Blau abweicht. Dieses Grau wird heller und heller in dem Grade, als das Braun dunkler wird und geht dem dunkeln Rothbraun und dunkeln Violett entsprechend in einen sehr hellen sich dem Weiss nähernden grünlichen und grüngelblichen Ton über. Dass Farben, die zwar im physikalischen Sinne nicht gesättigt sind, aber doch auf das Auge den Eindruck von tiefen und satten Farben machen, Farben zu Complementen haben können, die kaum vom Weiss oder neutralem Grau abweichen, kann nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt wie ungleich die beiden Theile sind, in welche das gesammte weisse Licht getheilt ist. In dem kleineren kann ein

Plus von langwelligen Strahlen bereits einen sehr entscheidenden Ausschlag für eine bestimmte Farbe geben, dessen Mangel in dem grösseren Theile kaum noch verspürt wird.

Es kommt in der Newton'schen Farbenscala noch ein zweites Braun vor. Dieses findet sich unter den Farben des reflectirten Lichtes, beziehungsweise unter den Farben, die bei gekreuzten Polarisationsvorrichtungen beobachtet werden und zwar da, wo das Gelb, welches dem dem oben erwähnten Braun complementären Grau und den weisslichen Tönen, in welche dasselbe übergeht, folgt, in Orange und Roth übergeht, aber es erscheint als Braun nur bei schwacher Beleuchtung, bei stärkerer treten Orange und Roth als selbstständige Farben hervor.

Wenn wir auf das Bisherige zurückblicken, so finden wir als wesentliches Ergebniss:

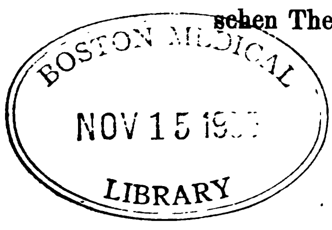
1. Die Empfindung Gelb kann zwar durch monochromatisches Licht in voller Kraft und Deutlichkeit hervorgerufen werden, wie durch polychromatisches, aber es ist dazu eine gewisse absolute und eine gewisse relative Helligkeit nöthig, und zwar eine grössere, als sie z. B. bei Roth, Grün oder Violettblau für den vollen specifischen Eindruck der Farbe verlangt wird.

2. Die Empfindung Braun kann gleichfalls von monochromatischem Lichte hervorgebracht werden, aber ein Gelb oder Orange, das zu lichtschwach ist, um den Eindruck von Gelb oder Orange zu machen, erscheint desshalb noch nicht braun.

Zur Erregung der lebhaften und deutlichen Empfindung Braun durch monochromatisches Licht gehören begünstigende Umstände. Solche sind relative Dunkelheit im Vergleiche mit anderen gleichzeitig gesehenen Farben, beziehungsweise dem Weiss, und zweitens der Contrast, hervorgerufen durch Blau, beziehungsweise durch Grün und Violett.

II.

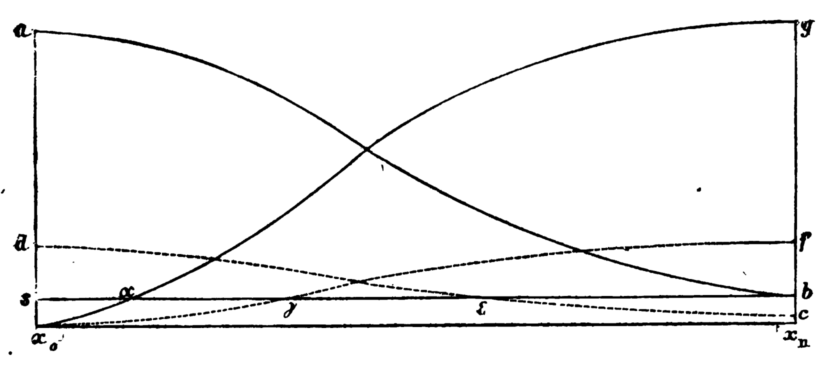
Bei dem, was bisher gesagt worden ist, wurde keinerlei theoretische Voraussetzung gemacht. Es handelte sich nur um Thatsachen, die bestehen, unabhängig von jeder Hypothese über die Art und Weise, wie unsere Farbenempfindungen zu Stande kommen. Ich will mich nun auf den Boden der Young-Helmholtz-schen Theorie stellen und untersuchen, wie die erwähnten That-



sachen und einige andere, mit ihnen in nahem Zusammenhange stehende vom Standpunkte dieser Theorie aus gedeutet werden müssen.

Diese Theorie sieht Gelb bekanntlich als gemischte Empfindung an, die entsteht, wenn die Roth empfindenden und die Grün empfindenden Fasern beide in solcher Stärke erregt werden, dass keine von beiden Erregungen das entschiedene Übergewicht über die andere hat.

Wenn wir den Spalt unseres Spectroskops mehr und mehr verengen, so sehen wir mit fortschreitender Abnahme der Lichtstärke des Spectrums die Uebergangsfarben zwischen Roth und Gelb und Grün und Gelb in der Weise schwinden, dass sich Roth und Grün gegen einander ausbreiten und zuletzt nur noch einen schmalen gelben oder gelblichen Streifen unmittelbar an den *D*-Linien und grünwärts von denselben zwischen sich lassen. Es führt diess zu folgender Betrachtung: Bekanntlich wachsen nach Fechner innerhalb einer gewissen Breite der Helligkeit die physiologischen Effecte wie die Logarithmen der in Zahlen ausgedrückten objectiven Helligkeiten. Da wir uns hier der unteren Grenze des Sichtbaren nähern, wollen wir von dieser Regel keinen Gebrauch machen, sondern uns mit der unzweifelhaft richtigen Annahme begnügen, dass für jede Art von Nerven bei Anwendung ein und derselben Lichtsorte stets die grössere objective Helligkeit die stärkere Wirkung zur Folge habe.



Wir können ferner als durch die Erfahrung bewiesen ansehen, dass, abgesehen von dem später zu besprechenden Einflusse der Fechner'schen Reizschwelle, die Art der Abhängigkeit der subjectiven Helligkeit von der objectiven sich bei allmäliger

Änderung der letzteren nicht sprungweise ändert, dass sie also innerhalb nur wenig von einander verschiedener Helligkeiten als näherungsweise gleich betrachtet werden kann. Wir werden es ferner wahrscheinlich finden, dass sich mit Veränderungen in der Schwingungsdauer zwar Werthe von Constanten ändern, die Art der Abhängigkeit aber in ihrer Form erhalten bleibt.

In beistehender Figur bezeichnet x_0 und x_n die Abscissenaxe und x_0 die Stelle im Spectrum, von der die Roth empfindenden Fasern am stärksten erregt werden, x_n die Stelle im Spectrum an der eine gleich starke Erregung der Grün empfindenden Fasern stattfindet.

Die Curven *dc* und *ab* sollen die Wirkungen zweier verschieden lichtstarken Spectra, eines eben sichtbaren und eines mässig lichtstarken auf die Roth empfindenden Nerven darstellen und die Curven fx_0 und gx_0 die Wirkungen derselben beiden Spectra auf die Grün empfindenden Nerven, Beides innerhalb der Grenzen x_0 und x_n.

Wesshalb fx_0 und gx_0 bis zur Abscissenaxe abfallend gezeichnet sind, *cd* und *ab* aber nicht, wird aus dem Späteren hervorgehen.

In dem bisherigen ist nun noch die Fechner'sche Schwelle nicht berücksichtigt. Ich will annehmen, sie sei gleich hoch für beide Arten von Nervenfasern und werde auch mit Änderung der Wellenlänge nicht verändert. Ich zeichne sie also als gerade Linien *sb* parallel der Abscissenaxe.

Dann tritt die Curve *ab* bei *b*, die Curve *dc* bei ε, die Curve gx_0 bei α, die Curve fx_0 bei γ unter die Schwelle. Bei der grösseren objectiven Helligkeit bleibt also für die Uebergangsfarben zwischen Roth und Grün der Raum αb, bei der geringeren nur der Raum $\gamma\ \varepsilon$.

Wenn eine Lichtsorte zwei verschiedene Arten von Nervenfasern in sehr ungleichem Masse erregt, so wird sie bei abnehmender Helligkeit endlich nur noch die eine erregen. Nur Lichtsorten, die zwei Arten von Nervenfasern gleich stark, oder nahezu gleich stark erregen, werden auch bei abnehmender Helligkeit immer noch beide erregen, bis endlich bei noch weiter abnehmender Helligkeit der Eindruck auf beide gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig unmerklich wird.

Bei dem Umstande, dass das diffuse Tageslicht röthlich ist[1] und bei dem Umstande, dass das Licht, welches durch Sklerotika und Chorioidea in das Auge dringt, sich durch Interferenz und Absorption roth färbt, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Schwelle für die Roth empfindenden Fasern gemeinhin höher hinaufreicht, als die Schwelle für die Grün empfindenden Fasern. Nehmen wir an, dass dem in der That so sei, so würde doch, wie ein Blick auf die Figur lehrt, nichts geändert werden an dem wesentlichen Resultate, an dem Resultate, dass bei niederen Lichtstärken die grössere Lichtstärke eine grössere Breite für die Übergangsfarben zwischen Roth und Grün gibt, die geringere Lichtstärke eine kleinere. Es würde auch nichts an diesem Resultate ändern, wenn wir die entgegengesetzte Annahme machten, die Annahme, dass die Schwelle für die Grün empfindenden Fasern höher hinaufreiche, als die Schwelle für die Roth empfindenden Fasern.

Wir haben angenommen, dass der Schwellenwerth unabhängig sei von der Schwingungsdauer des erregenden Lichtes, und diess scheint mir auch gerechtfertigt zu sein, denn der Schwellenwerth ist etwas, was bestimmt wird durch den actuellen Zustand des Nerven, seines Endapparates und der Gebilde, mit denen er im Centralorgane in Verbindung steht.

Der mit der verschiedenen Schwingungsdauer verbundenen Verschiedenheit in der Fähigkeit zu erregen, haben wir bereits in unseren Curven Rechnung getragen; wir können sie jetzt nicht noch einmal in Rücksicht auf die Schwellenhöhe verwerthen.

Es liegt nahe, gegen die früher erwähnten Beobachtungen den Einwand zu erheben, dass die grössere Breite der Mischfarbe bei weiterem Spalt von der geringeren Vollkommenheit des Spectrums herrühre, von physikalischer Mischung der Farben verschiedener Schwingungsdauer.

Dass die Farben unter übrigens gleichen Umständen um so vollkommener getrennt sein mussten, je enger der Spalt war, das ist so selbstverständlich, dass es hier nicht erst näher besprochen zu werden braucht; aber der wesentliche Grund der Erscheinung liegt hierin nicht. Ich öffne den Spalt des Spectro-

---

[1] Vergl. E. Brücke: Über Ergänzungsfarben und Contrastfarben. Diese Berichte, Bd. V, 2. Abth. 1865, S. 461.

skops so weit, dass ich, wenn ich das Instrument bei heiterem Wetter gegen den hellen Himmel richte, das Gelb mit seinen Nebenfarben Orange und Grüngelb deutlich wahrnehme, anderseits aber auch die am leichtesten sichtbaren Frauenhofer'schen Linien und Liniengruppen. Nun schiebe ich vor das Instrument eine Paraffinplatte oder ein Blatt Briefpapier, und sogleich wird das Spectrum dem des engen Spaltes ähnlich: es werden begreiflicherweise nicht mehr Frauenhofer'sche Linien sichtbar, aber Roth und Grün drängen auf Kosten der Übergangsfarben vor und engen das Gelb ein, wie diess bei Verengerung des Spaltes geschah. Ein ähnlicher Effect wurde erzielt, wenn ich den Spalt durch das Licht erleuchtete, welches von einem weissen, nicht von der Sonne beleuchteten Papiere reflectirt wurde; kurz die Erscheinung konnte nicht nur durch Verengerung des Spaltes, sondern auch bei gleichbleibender Spaltweite durch Abschwächung der Beleuchtung hervorgerufen werden.

Wenn man mit stark verengtem Spalt beobachtet, so ist das Gelb einerseits scharf begrenzt durch die *D*-Linien, bis zu welchen sich das Roth vorschiebt, anderseits gleichfalls scharf durch eine dunklere Zone, die offenbar durch die hier zahlreich vorkommenden, bei der geringen Länge des Spectrums nicht einzeln aufgelösten Frauenhofer'schen Linien bedingt ist.

Die Farbe dieser Zone ist schwer zu bestimmen, sie gehört im Allgemeinen dem Grün an, in das sie sich fortsetzt; man könnte sie bräunlich, olivenfarbig nennen, aber ich fürchte, dass man sich hierbei mehr durch Schlüsse, als durch den unmittelbaren Eindruck bestimmen lässt. Zwischen den beiden Begrenzungen liegt das Gelb als schmaler lichter Streif eingeschlossen; aber es zeigt, wie ich schon auf Seite 6 erwähnt habe, wenig Sättigung, man könnte es Falb nennen, vielleicht etwa auch mit einer Fleischfarbe verwechseln, während man den Farben Roth und Grün grössere Sättigung zuerkennt. Ich glaube diess dahin erklären zu sollen, dass bei sehr geringer Reizstärke ein einfacher Sinneseindruck leichter Verständniss findet, als ein gemischter. Im Einklange mit dieser Ansicht scheint es mir zu sein, dass, wie ich schon auf Seite 44 erwähnte, das Gelb in seiner Farbe deutlicher hervortritt, wenn man vor das Spectroskop eine Lösung von rosolsaurem Natron hält, concentrirt genug um nebst

einem Theil des Grün auch noch alles Blau und Violett wegnehmen, da hier gerade Farben absorbirt wurden, die durch Contrast das Gelb hätten verstärken können, so erkläre ich mir die Erscheinung so, dass durch Wegschaffen eines bedeutenden Theiles der gesammten Lichtmenge die Receptivität im Centralorgane erhöht und dadurch das Gelb deutlicher wurde.

Wenn ich dieselbe Region des Spectrums in meinem grösseren Spectralapparate alter Construction (zwei Prismen, Collimator und Fernrohr) beobachte, so kann ich die Farbe des gelben Streifes neben den *D*-Linien besser beurtheilen, weil sie über einen grösseren Bruchtheil des Gesichtsfeldes ausgebreitet ist. Ich verenge den Spalt so weit, dass zahlreiche Frauenhofer'sche Linien sichtbar und die Gruppe *b* deutlich in 3 Linien getrennt ist. Dann schwäche ich das Licht ab, indem ich ein geöltes Papier vor den Spalt halte. Der Streif erscheint mir nun blass, d. h. wenig gesättigt, orange, was damit übereinstimmt, dass, wie ich erwähnt, seine Farbe bei der früheren Beobachtung mit einer Fleischfarbe hätte verwechselt werden können.

Dieses Orange neigt ganz entschieden mehr zum Roth als das Gelb, welches im lichtstarken Spectrum an dieser Stelle steht. Ja noch mehr, man kennt durch das Natronlicht sehr genau die Farbe, welche dem den *D*-Linien entsprechenden Lichte zukommt, und dieses Licht ist meiner Empfindung nach entschieden weniger roth als das erwähnte Orange, so dass man letzterem nach der subjectiven Empfindung seinen Platz rothwärts von den *D*-Linien anweisen sollte, während es thatsächlich grünwärts von denselben liegt.

Da ich bei der Abschwächung des Natronlichtes mittelst Nicol'scher Prismen nie einen Übergang ins Röthliche beobachtet hatte, so musste ich schliessen, dass die Erscheinung entweder ihren Grund habe in unregelmässig zerstreutem Lichte, oder in einer Einwirkung des gleichzeitig sichtbaren andersfarbigen Lichtes. Der erste von diesen beiden Fällen konnte ausgeschlossen werden. Die Erscheinung zeigte sich noch in dem Spectrum meines kleinen Steinheil'schen Spectroskops, das so wenig falsches Licht hatte, dass beim Hindurchsehen durch eine Fuchsinlösung die Region dieses Streifes vollkommen

schwarz erschien. Rothes Licht, das dahin in einiger Menge zerstreut worden wäre, hätte sichtbar bleiben müssen.

Eine Einwirkung der gleichzeitig gesehenen Farben fand statt, aber in unerwarteter Weise.

Ich brachte in meinem grösseren Spectralapparate alter Construction, mit dessen Hilfe ich die Erscheinung zuerst bemerkt hatte, eine Blendung mit reckteckigem Ausschnitte von zwei Millimeter Breite so an, dass ich die Frauenhofer'schen Linien und die Begrenzung des Ausschnittes gleichzeitig deutlich sah, um das Grün abblenden zu können und den gelben Streif nur noch gleichzeitig mit dem Roth zu sehen. Es lag nämlich der Gedanke nahe, das Grün erzeuge durch simultanen Contrast Purpur und dieses gebe mit dem objectiven Gelb jenes blasse Orange. Dem war aber nicht so. Die Farbe erschien auch jetzt noch röthlich. Blendete ich dagegen den minderbrechbaren Theil des Spectrums bis zu den *D*-Linien ab und behielt das Gelb mit einem grossen Theile des Grün im Sehfelde, so trat eine wesentliche Veränderung ein.

Beim unsichern Fixiren leuchtete freilich auch jetzt noch ein röthlicher Schimmer auf, offenbar in Folge von Nachbildern, aber bei ruhiger Fixation ward der Streif, der der Natronlinie anliegt, dem Natronlichte, wenn auch nicht in der Sättigung, doch in der Nuance ähnlich; er nahm aber seinen röthlichen Ton wieder an, sobald man auch nur eine Partie des minder brechbaren Theiles des Spectrums ins Sehfeld brachte.

Dieser Wechsel ist nach den Bedingungen, unter welchen er auftritt, wie mir scheint nicht auf sogenannte Induction zurückzuführen, sondern vielmehr auf eine eigenthümliche Schwäche unseres Unterscheidungsvermögens.

Wenn eine senkrechte Linie ganz allmälig, nicht mit einem Knick, von ihrer Richtung abweicht, so können wir darüber getäuscht werden. Ebenso ergeht es uns mit einer wagrechten. Ein Stück eines Kreises von sehr grossem Radius können wir mit einer geraden Linie verwechseln. Ähnlichen Täuschungen unterliegen wir beim Beurtheilen der Farben.

Es ist bekannt, dass die Maler des Mittelalters in den Gewändern die verschiedenen Nuancen nicht wiedergaben, die durch die sogenannten Reflexionen und das sogenannte Luftlicht

entstehen, sondern jedes einzelne Gewand strenge in einer Schattirung durchmalten.

Da diess gewisse coloristische Vortheile bietet, so kann man es auf Absicht zurückführen; aber man hat auch Gelegenheit zu sehen, dass noch jetzt die Anfänger in der Malerei, namentlich wenn sie in jugendlichem Alter sind und noch nicht viel beobachtet und reflectirt haben, dasselbe thun. Sehr allmälige Veränderungen der Nüancen werden vom ungeübten Auge nicht wahrgenommen und selbst vom geübten unterschätzt, namentlich wenn eine Einheitsvorstellung, wie hier die von der Einfarbigkeit des Gewandes, von unserem Bewusstsein Besitz ergriffen hat. Wenden wir diess auf die Beobachtung des lichtschwachen Spectrums an:

Wenn wir den am wenigsten brechbaren Theil desselben genau bis zu den *D*-Linien in den rechteckigen Ausschnitt bringen, so erscheint er uns nicht sowohl als ein von dunklem Roth in Orange übergehendes Flachbild, vielmehr als ein Stück eines schief beleuchteten rothen Cylindermantels, dessen Lichtseite das Orangeroth, dessen Schattenseite das äusserste Roth bildet.

Der Unterschied in der Nuance erscheint uns thatsächlich geringer als er selbst im lichtschwachen Spectrum ist, wovon wir uns leicht überzeugen können, wenn wir ein andermal ein Diaphragma mit einem Ausschnitt von nur $^1/_2$ Mm. Breite einsetzen und nun abwechselnd und rasch hintereinander das äusserste Roth und die schon nahe an den *D*-Linien liegende Farbe betrachten.

Wenn wir nun den Eindruck des rothen Cylindermantels haben, so verschieben wir das Fernrohr etwas, so dass auch noch der mehr erwähnte gelbe Streif, aber kein Grün ins Sehfeld kommt. Der gelbe Streif ist sicher mehr gelb und weniger roth als das Orange an der anderen Seite der *D*-Linien, aber seine Farbe wird für röther gehalten als sie wirklich ist, weil wir schon das Orange unrichtig beurtheilt haben. Verschieben wir das Fernrohr noch weiter, so dass schon ein Theil des Grün in Sicht kommt, so bleibt die Täuschung, so lange wir noch genug Roth sehen, damit die Vorstellung von demselben für uns massgebend sei.

Verschieben wir aber das Fernrohr so weit, dass nur noch das Grün und das Gelb bis zu den *D*-Linien im Sehfelde ist, so verschwindet sie, wie gesagt, bei sicherer Fixation.

Man kann fragen, warum jetzt der gelbe Streif nicht grünlicher erscheint, als er thatsächlich ist. Der Grund ist vielleicht kein anderer als der, dass die dunklere Zone der unaufgelösten Fraunhofer'schen Linien, welche ihn vom entschiedenen Grün trennt, die Continuität des Überganges stört und wir desshalb weniger Neigung haben, die gelbe Zone dem Grün zu assimiliren.

Von jener dunkleren Zone sagte ich früher, dass sie mir durch das kleine Spectroskop à vision directe in ihrer Farbe schwer definirbar war. Wenn ich sie im grossen Spectroskop im freien Sehfelde betrachtete, so war diess nicht minder der Fall. Bald erschien mir diese Partie mehr bräunlich, bald mehr grün oder so, als ob ich einen grünen Grund durch ein röthliches Gewebe hindurch sähe. Kleine, vom Beobachter nicht bemerkte Augenbewegungen geben hier, indem Nachbilder projicirt werden, leicht zu Täuschungen und zu einer veränderten Auffassung Veranlassung. Ich isolirte desshalb diese Region indem ich sie mittelst eines Diaphragmas untersuchte, dessen rechteckiger Ausschnitt nur 0·5 Mm. Breite hatte. Da hier das übrige Sehfeld dunkel war, so erschien nun die Zone auch im lichtschwachen Spectrum verhältnissmässig hell, aber blass und von wenig intensiver Farbe und ebenso auch das Gelb. Wenn man den Ausschnitt von Roth schrittweise in Grün hinüberführte, so waren deutlich die Übergangsstufen von Roth zu Grün vorhanden, aber das Roth machte den Eindruck tiefer Sättigung, das Grün erschien weniger gesättigt, machte aber noch immer den Eindruck einer schönen und entschiedenen Farbe, die Übergangsstufen waren blass und unentschieden.

So zeigten sie sich auch, wenn der rechteckige Ausschnitt so weit schräg gestellt wurde, dass er an dem einen Ende roth, an dem anderen grün erschien.

Bis jetzt haben wir nur das allgemein und gleichmässig lichtschwache Spectrum betrachtet, in dem also das Gelb noch immer die hellste Farbe war und somit auch nicht als Braun erscheinen konnte. Versuchen wir nun speciell noch das Gelb zu verdunkeln und kehren wir zu diesem Ende zu dem auf Seite 43

beschriebenen Versuche zurück, bei dem das zerlegte Licht vorher der doppelten Absorption von Kupferoxydammoniak und von doppelt chromsaurem Kali unterworfen war.

Das Resultat ist für mich, dass ich Roth und Grün sehr schön und deutlich neben einander sehe und den Übergang von beiden auf ziemlich kurzem Wege vermittelt durch eine Farbe, von der ich schliesse, dass sie eine Art Braun sein müsse, die mir aber keineswegs den entschiedenen Eindruck macht, wie das Grün und das Roth, auch nicht wie das Braun, das ich sonst an den Dingen als Körperfarbe wahrgenommen habe. Diess liegt nicht an der Lichtschwäche dieser Region an und für sich, denn sie ist weder wesentlich dunkler noch wesentlich heller als die neben ihr stehenden energischen Farben Roth und Grün. Es liegt auch nicht daran, dass die Strahlen dieser Region überhaupt unfähig wären, die deutliche Empfindung des Braun zu verursachen, denn wir haben oben (S. 43) gesehen, dass diese Region braun erscheint, wenn wir das Tageslicht, ehe es zum Spalte des Spectroskops gelangte, einfach durch eine Lösung von Kupfersulfat hindurchgehen lassen. Wir kommen hier in noch auffälligerer Weise zu demselben Resultate, wie durch die gleichmässige Schwächung der Lichtstärke.

Bei sehr schwachen Erregungsgraden kommt der specifische Charakter der Übergangsfarbe, wenn sie auch im Sensorium denselben Grad der Erregung hervorbringt, doch weniger deutlich zum Bewusstsein, als der der beiden Hauptfarben, wenn solche gleichzeitig auf das Sensorium einwirken.

III.

Die Erscheinungen, welche wir in der Region des Gelb kennen gelernt haben, fordern uns auf, die Region des Cyanblau näher zu untersuchen, weil die Empfindung des letzteren nach der Young-Helmholtz'schen Hypothese durch die gleichzeitige Erregung von Grün empfindenden und Violett (beziehungsweise Indigblau) empfindenden Fasern hervorgerufen werden soll, wie die Empfindung Gelb hervorgerufen wird durch die gleichzeitige Erregung der Roth empfindenden und der Grün empfindenden Fasern.

In einem lichtstarken Spectrum des Spectroskops à vision directe steht neben dem Blaugrün eine lebhaft und charakteri-

stisch gefärbte Zone, welche den Übergang vom Türkisenblau zum helleren Himmelblau darstellt und durch dunkleres Himmelblau (Ultramarin) in Indigblau übergeht.

Verengert man nun den Spalt, so breitet sich das Grün auf Kosten des Blaugrün aus und bei weiterem Verengern schwindet das Himmelblau. Indem sich das Spectrum gleichzeitig am violetten Ende verkürzt, nimmt zuletzt der ganze brechbarere Theil desselben eine ziemlich gleichmässige violettblaue Farbe an, welche vom Grün durch eine Übergangszone getrennt wird, deren Farbe weniger gut charakterisirt ist. Sie hat nichts mehr von der Lebhaftigkeit und Entschiedenheit des früheren Himmelblau, sie hat etwas Stumpfes und kann schwer anders definirt werden, denn als ein Übergang vom Grün zum Violettblau. Sie liegt in der Gegend der Linie *F*. Bis zu dieser reicht, im ganz lichtschwachen Spectrum wenig zum Blaugrün verändert, das Grün, dann aber tritt ziemlich rasch der Wechsel zum Violettblau ein.

Zu demselben Resultate, wie die allgemeine Abschwächung des Lichtes, führt auch hier die partielle. Verdünnte Lösungen von Fuchsin, Eosin oder von rosolsauren Alkalien lassen in ihrem Spectrum eine breite, fast homogene, violettblaue Zone sehen, die sich ohne bestimmt und deutlich ausgesprochene Zwischenfarben dem Grün anschliesst.

Ich habe die Übergangsregion des gleichmässig lichtschwachen Spectrums auch mit dem grösseren Spectralapparate untersucht, aber auch hier hörte bei weiter und weiter abnehmender Lichtstärke die Definirbarkeit, die Benennbarkeit der Übergangsfarbe auf, während links uud rechts Violettblau und Grün noch deutlich als solche zu erkennen waren.[1] Wenn ich diese Region mit dem Diaphragma untersuchte, das einen rechteckigen Ausschnitt von nur 0·5 Mm. Breite hatte, so konnte ich die Zwischenstufen zwischen Grün und Violettblau deutlich

[1] Vergleiche auch das, was Helmholtz in seiner physiologischen Optik S. 19 und 20 über die Veränderungen der Spectralfarben bei wechselnder Lichtstärke sagt, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass sich seine Angaben nicht auf so geringe Helligkeiten beziehen, wie sie hier gemeint sind. Auch in seinen Abhandlungen: Über Herrn Dr. Brewster's neue Analyse des Sonnenlichtes (Poggendorf's Annalen LXXXVI, 501) und

nachweisen, die Farben waren entschieden besser definirt als im Übergange vom Roth zum Grün, aber sie waren auf einen kleineren Raum zusammengedrängt als im lichtstarken Spectrum.

Um den Unterschied zwischen dem lichtstarken und dem lichtschwachen Spectrum recht deutlich und schlagend zur Anschauung zu bringen, beobachtete ich noch auf folgende Weise:

An einem hellen Wintertage sah ich durch das Spectroskop à vision directe bei stark verengtem Spalte auf den blendend hell beleuchteten Himmel unmittelbar neben der Sonne.

Das Spectrum zeigte sehr zahlreiche, überaus scharfe Frauenhofer'sche Linien. Auch zwischen *G* und *H* waren solche in Menge sichtbar; kurz das Spectrum war von unverdächtiger Reinheit. Dabei aber enthielt es kein eigentliches Grün, sondern nur Grüngelb, das blauwärts von *b* durch einen sehr hellen, weisslichen Ton in blasses Blau überging. Das Blau, und zwar reines Blau, nicht Violettblau, reichte bis *G*, dann erfolgte der Übergang ins Violett. Gerade das Blau war also hier über einen grösseren Theil des Spectrums ausgebreitet, als irgend eine andere Farbe. Nun klebte ich ein Blättchen weissen Wachses auf die eine Hälfte des Spaltes, so dass das zu ihr gelangende Licht durch das Wachs hindurchgehen musste, und konnte so das lichtschwache Spectrum neben dem lichtstarken beobachten. Das violette Ende bis zur Linie *G* fehlte in dem ersteren ganz. Dafür reichte von da an dunkles Violettblau bis nahe an *F*, und diesem Violettblau entsprach im lichtstarken Spectrum reines Blau, das hell und wässerig werdend, wie gesagt, noch bis weit in den Raum zwischen *F* und *b* hineingriff, während ihm hier im lichtschwachen Spectrum schon Grün gegenüberstand.

Dasselbe Resultat erhielt ich, wenn ich statt des Wachsplättchens ein Stückchen benetztes Briefpapier anwendete.

über die Empfindlichkeit der menschlichen Netzhaut für die brechbarsten Strahlen des Sonnenlichtes. (Ebendaselbst. XCIV, 205) finden sich einige hierher gehörige Angaben. So heisst es z. B. in letzterer Abhandlung auf Seite 208: „Alle indigblauen Strahlen werden aber bei geringerer Helligkeit dem Violett ähnlicher."

Für diese Beobachtungen ist nicht jeder helle Tag gleich geeignet. Es handelt sich darum, dass ein ausgedehnteres Feld in der Umgebung der Sonne blendend hell erleuchtet sei. Wenn diess nicht der Fall ist, oder wenn man keine passende Deckung für die Sonnenscheibe findet, so kann man sich dadurch helfen, dass man ein mittelst eines Fettes oder eines Firnisses durchscheinend gemachtes Papier vor den Spalt des Spectroskopes hält und dasselbe dann direct auf die Sonne richtet. Der Farbeneffect ist derselbe, aber die Frauenhofer'schen Linien sind weniger scharf.

Im sehr lichtstarken Spectrum war, so viel ich bemerken konnte, im Roth bis ziemlich weit über *B* hinaus, die Sättigung der Farbe völlig unverändert.

Die Young'sche Theorie nimmt bekanntlich an, dass jede Lichtsorte des sichtbaren Spectrums alle drei Arten von Nervenfasern errege, nur in verschiedenem Grade. Als Beweis hierfür gilt die von Helmholtz beobachtete Thatsache, dass auch die einzelne Spectralfarbe da noch gesättigter erscheint, wo die Netzhaut vorher für die Complementärfarbe ermüdet worden ist, und ferner der Umstand, dass die Sonnenscheibe, durch farbige Gläser gesehen, weiss erscheint, was, so viel ich sehe, mit Recht, dahin erklärt wird, dass hier wegen der sehr grossen Lichtintensität alle drei Arten von Nervenfasern bis zum Maximum ihrer Empfindungshöhe erregt werden und desshalb der Unterschied in ihrer Empfindungshöhe und somit die specifische Farbe schwindet.

In Rücksicht auf das Roth bemerkt aber bereits Helmholtz, dass dieser Versuch nur unvollkommen gelinge, indem nur eine mehr gelbliche Farbe erscheine und anderseits mehren sich fortwährend die Angaben über Rothblinde, welche das Spectrum am weniger brechbaren Ende beträchtlich verkürzt sahen. Für einen Rothblinden, Raehlmann's[1] lag die Spectralgrenze bei *C*, bei einem anderen sogar zwischen *C* und *D*. Man muss also wohl annehmen, dass die brechbareren Strahlen, wenn überhaupt, nur bei sehr grosser Lichtstärke das Vermögen haben, andere

---

[1] Beiträge zur Lehre vom Daltonismus. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIX, 3. p. 88.

als die roth empfindenden Fasern zu erregen, bei einer Lichtstärke wie sie für gewöhnlich in diesem Theile des prismatischen Farbenbildes nicht erreicht wird, daher die Constanz der Sättigung bei wachsender Helligkeit.

In der Gegend von *C* schien mir zuerst die Abnahme der Sättigung merklich, dann wuchs sie gegen *D* zu ziemlich stark, dann weniger rasch zwischen *D* und *E* und dann wieder rascher bis die Sättigung blauwärts von *b* ihr Minimum erreichte, da wo Gelbgrün durch einen sehr lichten Ton in Blassblau überging. Von da ab nahm die Sättigung wieder zu bis *G*. Von *G* an schien sie, so weit man diess nach dem blossen Augenschein beurtheilen konnte, wieder etwas abzunehmen, vielleicht wegen der stärker werdenden Fluorescenz, die, wie bekannt, zwischen *C* und *H* ihre grösste Lichtstärke zeigt. Das Minimum der Sättigung fiel also nicht zusammen mit der grössten Lichtstärke.

Die Young'sche Theorie muss annehmen, dass die Strahlen blauwärts von *b*, die am meisten an Sättigung einbüssten und dabei weder gelblich noch bläulich wurden, die Roth empfindenden und die Violettblau empfindenden Fasern gleich stark, die Grün empfindenden aber stärker als beide erregen. Dem entsprechend befindet sich hier im mässig lichtschwachen Spectrum ein schönes und gesättigtes, weder zum Blau noch zum Gelb neigendes Grün.

Ich bin hier in Rücksicht auf das Grün zu einem Resultate gelangt, das sehr nahe übereinstimmt mit demjenigen, zu welchem J. J. Müller[1] auf einem ganz anderen Wege gekommen ist. Bei seinen Versuchen über Mischung von Spectralfarben suchte er dasjenige Grün, bei dem die bei der Mischung entstehende Sättigungsabnahme nicht abhängig war von dem Umstande, dass die zugemischte Farbe dem brechbareren oder dem weniger brechbaren Theile des Spectrums entnommen war.

Es ist klar, dass diess das Grün sein musste, welches die Roth empfindenden und die Violettblau empfindenden Fasern in dem Sinne gleich stark erregte, dass die Erregung dieser Fasern mit einander ein Purpur gab, das demselben Grün complementär war, also mit einem entsprechenden Antheil des letzteren ohne

[1] J. J. Müller: Zur Theorie der Farben. Archiv für Ophthalmologie. XV, 208.

einen Rückstand zu lassen Weiss bildete; denn wäre ein Überschuss von Rothempfindung vorhanden gewesen, so hätte die brechbarere Farbe unter übrigens gleichen Umständen mehr Weiss erzeugen müssen als die minder brechbare, und wäre ein Überschuss an Violettblauempfindung vorhanden gewesen, so hätte unter übrigens gleichen Umständen die minder brechbare Farbe mehr Weiss erzeugen müssen als die brechbarere.

Er fand dieses Grün in einer Region, die sich von 1737·7 bis 1867·1 der Kirchhoff'schen Scala erstreckt. Sie liegt im zweiten und dritten Drittheile der ersten Hälfte des Raumes zwischen *b* und *F*, und der einzige Unterschied zwischen J. J. Müller's Angabe und meiner besteht darin, dass ich das von mir bestimmte Grün noch etwas näher an *b* heranrücken und etwas weniger weit gegen *F* zu erstrecken möchte.

Das Resultat der vorstehenden Beobachtungen ist: Es bleiben bei weiter und weiter abnehmender Lichtstärke im prismatischen Farbenbilde, wenn man dasselbe als Ganzes betrachtet, endlich nur drei wohldefinirbare Farben übrig, die sich auf Kosten der anderen ausgebreitet haben, Roth, Grün und Violettblau. Diese müssen die Grundfarben der Young-Helmholtz'schen Theorie sein, denn wenn drei Arten von Fasern da sind, welche zwar von Licht von sehr verschiedener Wellenlänge erregt werden, aber doch je nach der Schwingungsdauer verschieden leicht, so liegt es in der Natur der Sache, dass sich bei fort und fort abnehmender Amplitude die Wirkung der Schwingungen einengt und endlich auf diejenigen Fasern beschränkt, welche von ihnen je nach ihrer Schwingungsdauer am leichtesten erregt werden.

Es könnte eingewendet werden, die dritte Farbe sei vielleicht das äusserste Violett, welches bei so lichtschwachen Spectren überhaupt nicht mehr sichtbar ist, aber hiergegen spricht Folgendes: Wenn unsere dritte Farbe, Violettblau, nicht eine im Sinne der Theorie einfache Farbe wäre, würde sie sich nicht auf Kosten des eigentlichen Blau bei abnehmender Lichtstärke grünwärts ausbreiten, und es würde sich nicht zwischen ihr und dem Grün jener rasche Übergang entwickeln, wie wir ihn früher kennen gelernt haben. Überdiess hat S. Exner bereits aus seinen Versuchen den Schluss gezogen, dass das äusserste Violett nicht die dritte Hauptfarbe sein könne. Er verlegt dieselbe in die Um-

gebung der *G*-Linie, und ich bin hiermit für nicht zu lichtstarke Spectra ganz einverstanden. Hier liegt in der That die *G*-Linie sehr deutlich in der blauvioletten Abtheilung, bei ganz lichtschwachen pflegt das Spectrum in der Gegend dieser Linie oder wenig jenseits derselben sich schon der Grenze der Wahrnehmbarkeit zu nähern, so dass die von Exner bezeichnete Region hier als der Abschluss des brechbarsten Theiles des sichtbaren Spectrums betrachtet werden kann.

Bei sehr lichtstarken Spectren nähert sich die Farbe dieser Region mehr dem Ultramarinblau. Bei solcher Lichtstärke ist aber die Region nicht mehr zur Bestimmung der dritten Grundfarbe geeignet, weil diese Farbenänderung in Folge der vorerwähnten Beobachtungen von der Young-Helmholtz'schen Theorie aus Miterregung der Grün empfindenden Fasern erklärt werden muss.

Ich habe die dritte Farbe Violettblau genannt, weil sie mir mehr violett, mehr der Farbe der Blüthe von *Viola odorata* ähnlich schien, als der Farbe der mit Indigo gefärbten Stoffe; eine Discussion aber über die Benennung hat kaum noch irgend welchen Zweck, da jeder Einzelne sich seine Grundfarben, diejenigen Farben, aus denen er seine Farbenwelt aufbaut, zur Anschauung bringen kann. Es sind Diejenigen, welche sich bei abnehmender Lichtstärke im Spectrum für ihn auf Kosten der anderen ausbreiten und ihm endlich nahezu allein übrig bleiben.

S. Exner ist durch seine Versuche zu dem Schlusse geführt worden, dass in der Region des eigentlichen Spectral-Violett neben dem Blau empfindenden auch die Roth empfindenden Nervenfasern erregt werden und dadurch eben die Empfindung des Violett zu Stande kommt. Es heisst diess nichts Anderes als dass, wenn man von *G* nach *H* fortschreitet, mit der abnehmenden Schwingungsdauer das Vermögen der Schwingungen die Roth empfindenden Fasern zu erregen, wieder relativ zunimmt, beziehungsweise verhältnissmässig weniger abnimmt, als das Vermögen derselben Schwingungen die Violettblau oder Grün empfindenden Fasern zu erregen.

Es ist nun in neuester Zeit von A. Weinhold[1] geltend gemacht worden, das spectrale Violett könne keine zusammen-

[1] Über die Farbenwahrnehmung. Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge, Bd. II, S. 631.

gesetzte Farbe sein, weil es sich nicht aus dem Roth und dem Blau des Spectrums mischen lasse.

Es rührt diess aber wohl daher, dass das eigentliche Blau eine gemischte Empfindung ist aus unserm Violettblau und Grün. Wenn also hierzu Roth kommt, so muss die Farbe an Sättigung verlieren, und wenn das Roth in grösserer Menge hinzugemischt wird, in Rosa übergehen, wie man solches auch beim Beobachten mit V-förmigem Spalt sehen kann.

Hieraus scheint mir aber noch nicht hervorzugehen, dass bei der Violettempfindung, welche die Strahlen gegen *H* zu hervorbringen, jede Mitwirkung der Roth empfindenden Nerven absolut ausgeschlossen sei.

Der Theorie nach werden alle drei Arten von Nervenfasern von allen Lichtsorten des sichtbaren Spectrums erregt, nur ist der Grad der Erregbarkeit der verschiedenen Arten von Nervenfasern für die verschiedenen Lichtsorten verschieden.

Der erste Theil dieses Satzes lässt sich, wie wir früher gesehen haben, in Rücksicht auf den am wenigsten brechbaren Theil des Spectrums, wenn überhaupt, nur für sehr grosse Lichtstärken aufrecht erhalten.

Ein Beweis aber, dass die Strahlen zwischen *G* und *H* die Roth empfindenden Fasern nicht erregen, liegt meiner Ansicht nach nicht vor. Die Exner'schen Versuche müssen im Gegentheil dahin gedeutet werden, dass diess der Fall sei. Es liegt auch kein Beweis dafür vor, dass die Grün empfindenden für sie unerregbar seien. Wenn sie aber beide erregen können, so kann der Farbeneindruck von *G* zu *H* zum Röthlicheren fortschreiten, ohne dass die Farbe an Sättigung verliert. Diess kann einfach dadurch geschehen, dass hier mit wachsender Schwingungszahl das Vermögen, die Grün empfindenden Fasern zu erregen, rascher abnimmt, als das Vermögen, die Roth empfindenden Fasern zu erregen. Auch wenn bei *G* schon die Roth empfindenden Fasern stärker erregt würden, als die Grün empfindenden und die Erregung der Roth empfindenden nähme von *G* nach *H* noch zu, so würde dadurch die Sättigung nicht abnehmen, da kein Weiss erzeugt wird. Die Sättigung würde nur abnehmen, wenn bei *G* die Grün empfindenden Fasern stärker erregt würden als die Roth empfindenden und nun gegen *H* hin die

Rothempfindung zunähme, während die Grünempfindung nicht oder doch so wenig abnähme, dass die relative Menge der neutralisirten Empfindung im Verhältniss zur nicht neutralisirten zunähme.

Überdiess ist es sehr schwer, nach dem blossen Augenscheine über die Sättigung einer Spectralfarbe zu urtheilen, und ich würde nicht wagen, nach demselben mit Bestimmtheit auszusagen, ob die Farbe bei *G* oder bei *H* die gesättigtere ist. Sollte ich meiner Empfindung folgen, so müsste ich mich, wie ich schon S. 25 erwähnt habe, für die Farbe bei *G* entscheiden.

Dass jenseits *H* die Sättigung wieder abnimmt, ist allgemein anerkannt.

Die Region der ultravioletten Strahlen ist als undeutlich violett, als indigblau, als blassblau, als lavendelgrau, ja als silbergrau, ohne jede wahrnehmbare Beimischung von Blau oder Violett, also geradezu als neutral grau beschrieben worden.

Dass die Farben des brechbareren Endes des Spectrums nicht gleichlautend beurtheilt werden, hat vielleicht seinen Grund in der wirksamen Einmischung des Fluorescenzlichtes. Dieses Licht ist nach den Beobachtungen von Helmholtz blaugrün. Es kann also hiernach nicht den Übergang von violettblau zu violett vermitteln, wohl aber das Violett in Graublau, in sogenanntes Lavendelgrau, verwandeln. Es ist dazu nichts weiter nöthig, als dass die Lichtstärke des Violett bis zu einem gewissen Grade abnimmt, so dass durch die Beimischung des Fluorescenzlichtes seine Farbe in wirksamer Weise geändert wird. Dass diese Abnahme thatsächlich stattfindet, ist allgemein bekannt; es könnte nur die Frage aufgeworfen werden, ob nicht vielleicht mit noch weiter abnehmender Wellenlänge das Fluorescenzlicht in gleichem Verhältnisse schwächer wird, wie die directe Wirkung der Strahlen. Letztere Annahme würde aber nicht wohl in Übereinstimmung zu bringen sein mit den Resultaten der Versuche, welche v. Bezold und G. Engelhardt über die Fluorescenz der lebenden Netzhaut angestellt haben. Sie sagen: „Nachdem das ganze sichtbare Spectrum abgeblendet war, indem man es allmälig hinter dem Pupillarrande zum Verschwinden brachte, so dass nur mehr ultraviolette Strahlen auf die Netzhaut fielen, erschienen die Netzhautgefässe in entschieden röthlichem Tone

5*

auf schmutzig graubraunem Grunde.“ [1] Es ist diess natürlich nicht etwa so zu verstehen, als ob die Netzhaut roth fluorescirt hätte, sondern so, dass die Gefässe in dem gemischten Fluorescenzlichte in röthlicher Farbe erscheinen aus denselben Gründen, aus denen sie im gemischten Tages- oder Lampenlichte roth erscheinen.

Das Wesentliche an diesen Versuchen ist für uns, dass sie am lebenden Menschenauge angestellt sind und dass noch eine so starke Fluorescenz im ultravioletten, schwach sichtbaren Theile des Spectrums gefunden wurde. Über die Farbe des Fluorescenzlichtes geben diese Versuche keinen Aufschluss.

Wir reichen also nach dem Bisherigen noch mit derselben Erklärung aus, welche Helmholtz im §. 19 seiner physiologischen Optik gegeben hat, und wir müssen anerkennen, dass sie nichts destoweniger berechtigt ist, wenn sich auch neben der Wirkung des Fluorescenzlichtes möglicherweise noch ein anderer Einfluss geltend machen kann. Es wäre nämlich nicht unmöglich, dass sich noch jenseits *H* das Verhältniss, in dem die drei Arten von Nervenfasern erregt werden, zum Nachtheil des Roth veränderte. Da die Sättigung sichtlich abnimmt, so könnte diess dadurch geschehen, dass nunmehr die Erregbarkeit der Grün empfindenden Fasern langsamer abnimmt, ähnlich, wie wir früher angenommen haben, dass zwischen *G* und *H* die Erregbarkeit der Roth empfindenden Fasern langsamer abnähme und dadurch die Farbe vom Violettblau in Violett übergehe.

In neuester Zeit hat Kühne Fluorescenzversuche an Netzhäuten von Thieren und Menschen angestellt, bei welchen specielle Rücksicht genommen worden ist auf die Bestandtheile der Netzhaut, welche fluoresciren, und auf den Wechsel der Zustände in der Stäbchenschicht, mit denen wir durch die Arbeiten über das lichtempfindliche Roth derselben bekannt geworden sind.

Die für unseren augenblicklichen Zweck wichtigsten Resultate dieser Untersuchung sind folgende:

Grüne Fluorescenz kommt nur den Stäbchen zu und zwar erst dann, wenn ihr Roth verblichen ist. Früher fluoresciren sie Blau.

---

[1] Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. bayerischen Akademie der Wissenschaften in München, 7. Juli 1877.

Die inneren Schichten der Netzhaut fluoresciren mit schwachem blauen Lichte und in der Region des gelben Flecks des Menschen ist überhaupt noch keine andere Fluorescenz als solche mit schwachem blauen Lichte beobachtet worden. Dabei erschien die *Fovea centralis* selbst als dunkler Fleck.

Indem Kühne von dem Materiale an Menschenaugen, mit dem er seine Versuche hat anstellen müssen, nur unvollkommen befriedigt war, spricht er sich über die Gesammtresultate folgendermassen aus:

„Für die Frage vom Sehen des ultravioletten Lichtes mittelst unseres Auges geben die vorstehenden Beobachtungen kaum Aufschlüsse, schon weil es im Allgemeinen äusserst unwahrscheinlich ist, dass der Chemismus des Sehpurpurs sich an specifischen Farbenwahrnehmungen betheiliget. Die Helmholtz'sche Annahme, dass wir das Ultraviolett eigentlich wie lichtschwaches Violett, aber modificirt durch die grünliche Fluorescenz der Retina und in Folge dieser lavendelgrau sehen, wird von unseren Befunden ebensowenig berührt, insofern die Fluorescenz der Zapfen mehr in Betracht käme, von der wir noch keine zuverlässige Kenntniss haben."

Da der Weg der Untersuchung geebnet ist, so kann uns jeder Fall von vorwurfsfreiem Materiale, der zur Untersuchung kommt, entscheidenden Aufschluss geben. Ich glaube desshalb, dass es gut sein wird, schon jetzt die Veränderungen zu erörtern, welche möglicherweise in unseren Vorstellungen eintreten können.

Die Versuche von v. Bezold und Engelhardt konnten keinen Aufschluss geben über die Fluorescenz der *Fovea centralis,* weil bei ihnen die mittelst des Augenspiegels sichtbaren Blutgefässe als Beobachtungsobject dienen mussten. In Kühne's Versuchen erschien die *Fovea* als dunkler Fleck. Sollte es auch bei ferneren Versuchen an vorwurfsfreiem Materiale nicht gelingen, deutliche Spuren von Fluorescenz in der *Fovea* wahrzunehmen, so würde für unsere Farbenempfindungen das Fluorescenzlicht vorläufig nicht in Betracht zu ziehen sein, denn wir finden keinen Unterschied zwischen dem, was wir mit der *Fovea,* und dem was wir mit ihrer nächsten Umgebung sehen, und gerade mit der *Fovea* suchen wir die Frauenhofer'schen Linien auf, beurtheilen wir auch die Farben ihrer Zwischenräume. Wir müssten

also die verschiedenen Farben, die von verschiedenen Individuen dem ultravioletten Spectrum zugeschrieben werden, einfach zurückführen auf die verschiedene Abnahme, welche die Erregbarkeit ihrer drei Arten von Nervenfasern für Strahlen von weiter und weiter wachsender Brechbarkeit erfährt.

Sollte dagegen beobachtet werden, dass die *Fovea* fluorescirt, aber in dem Zustande ihrer Elemente, den wir als den im Leben gewöhnlichen voraussetzen müssen, nicht mit grünem, sondern mit blauem Lichte, so würden wir allerdings mit der Fluorescenz zu rechnen haben, aber in etwas anderer Weise, als wir es bisher gethan haben; wir würden für Diejenigen, welche das Ultraviolett nicht violett, sondern blaugrau oder neutralgrau sehen, die Farbenveränderung am violetten Ende des Spectrums nicht ausschliesslich von der Beimischung des Fluorescenzlichtes ableiten können, wir würden auch veränderte Abnahme in der Wirkung des direct gesehenen Lichtes auf die drei Arten von Nervenfasern zu Hilfe nehmen müssen.

Es könnte auf den ersten Anblick scheinen, als ob bei blauer Fluorescenz keine Ursache mehr vorhanden sei, die ultravioletten Strahlen als direct sichtbar anzusehen, da ja der Beweis für die directe Sichtbarkeit derselben bisher davon hergeleitet ist, dass man die Farbe der Fluorescenzlichtes wesentlich verschieden gefunden hatte von der Farbe des ultravioletten Lichtes. Man muss aber wohl berücksichtigen, dass letzteres nicht von Allen blaugrau gesehen worden ist, sondern auch violett und auch neutralgrau. Für solche Fälle würde die Annahme, dass man im ultravioletten Theile nur Fluorescenzlicht sehe, nicht statthaft sein, und man hat hiermit auch für Diejenigen die das ultraviolette Licht blaugrau sehen, keine Ursache, diese Annahme zu machen.

Sollte es sich zeigen, dass sich an der Leichennetzhaut auch in der *Fovea* die Fluorescenzfarbe mit der Belichtung ändert, so würde weiter zu untersuchen sein, ob auch die Farbe der ultravioletten Strahlen des prismatischen Farbenbildes verschieden erscheint, je nachdem das beobachtende Auge vorher dem Lichte ausgesetzt war oder nicht.

Ich habe in dem Bisherigen, wo es sich um Farbenveränderung des direct sichtbaren Lichtes im brechbarsten Theile des

Spectrums handelte, immer nur von ungleichmässiger Abnahme der Erregbarkeit der drei Arten von Nerven gesprochen. Da wir nichts Sicheres über die lebendigen Kräfte wissen, mit denen diese Strahlen zur Netzhaut gelangen, nachdem sie die optischen Medien des Auges durchwandert haben, also auch nichts Sicheres über die Abnahme dieser Kräfte mit der zunehmenden Brechbarkeit, so kann die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass, gleiche lebendige Kräfte vorausgesetzt, die Erregbarkeit einer Nervenart, die von einer grösseren Wellenlänge am stärksten erregt wird, doch später bei abnehmender Wellenlänge nicht nur relativ, sondern absolut wieder zunimmt und so ein zweites kleineres Maximum erreicht. Es wäre z. B. möglich, dass, gleiche lebendige Kräfte vorausgesetzt, die Erregbarkeit der Roth empfindenden Nerven von *G* an gegen *H* hin zunähme. Theoretisch würde eine solche neuerliche Zunahme nicht als unmöglich erscheinen. Man kann sich die molecularen Vorgänge, welche die unmittelbare Folge der Lichtwirkung sind, in sehr verschiedener Weise denken und ist dabei nicht genöthigt anzunehmen, dass von der Schwingungsdauer, welche das Maximum des Nutzeffectes gibt, an gerechnet, bei weiterer Verkürzung der Schwingungsdauer der Nutzeffect fortwährend abnehmen müsse, auch nicht dass er fortwährend abnehmen müsse innerhalb der Veränderungen der Schwingungszeiten, welche im brechbareren Theile des Spectrums vorkommen. Anderseits aber liegen uns auch keine so bestimmten empirischen Daten vor, dass wir versuchen sollten, sie mit theoretischen Vorstellungen in Zusammenhang zu bringen.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



VIII. SITZUNG VOM 14. MÄRZ 1878.



Der Präsident gibt der tiefen Trauer Ausdruck über das am 8. März erfolgte Ableben des Ehrenmitgliedes der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Seiner kaiserlichen Hoheit des durchlauchtigsten Herrn Erzherzogs

FRANZ CARL.

Die Mitglieder vernehmen stehend die Worte des Präsidenten.

Der Präsident gedenkt ferner des Verlustes, welchen die Akademie durch den am 1. März l. J. erfolgten Tod ihres wirklichen Mitgliedes des Herrn Hofrathes und emerit. Professors Dr. Ludwig Arndts, Ritters v. Arnesberg, erlitten hat.

Die Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von ihren Sitzen kund.

Die Direction des königl. naturwissenschaftlichen Museums von Belgien zu Brüssel dankt für die diesem Institute im Schriftentausche bewilligten Sitzungsberichte und Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien übermittelt 49 Blätter Fortsetzungen (8. und 9. Lieferung) der neuen Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Sigmund Mayer, ersten Assistenten am physiologischen Institute der Prager Universität: „Über Degenerations- und Regenerationsvorgänge im normalen peripherischen Nerven."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung: „Zur Embryologie der Farne."

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Note: „Neue Versuche zur Prüfung der Doppler'schen Theorie der Ton- und Farbenänderung durch Bewegung."

Das c. M. Herr Prof. S. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Ursprünge und die Function der beschleunigenden Herznerven", welche er im Vereine mit stud. med. Jul. Wagner ausgeführt hat.

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über eine Fluoresceïn-Carbonsäure" von Dr. Josef Schreder.

Herr Prof. Dr. C. Doelter in Graz übersendet eine Abhandlung des Herrn Vincenz Hansel: „Über Phosgenitkrystalle von Monte Poni auf Sardinien."

Der Secretär legt eine von Herrn Karl Zulkowsky, Professor der chem. Technologie an der k. k. technischen Hochschule in Brünn, eingesendete Abhandlung vor: „Über die Bestandtheile der Corallins und ihre Beziehungen zu den Farbstoffen der Rosanilingruppe."

Herr Professor Dr. Sigmund Mayer, erster Assistent am physiologischen Institute der Universität in Prag, übersendet folgenden vorläufigen Bericht über eine von ihm ausgeführte Versuchsreihe: „Über die Erscheinungen im Kreislaufsapparate

nach zeitweiliger Verschliessung der Aorta; Beitrag zur Physiologie des Rückenmarks."

Herr Dr. M. Dietl, Privatdocent an der Universität zu Innsbruck, übersendet folgende Notiz: „Über die Speicheldrüsen der *Eledone moschata*."

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Dr. Ferd. v. Hochstetter legt eine Abhandlung für die Denkschriften vor: „Über einen neuen geologischen Aufschluss im Gebiete der Carlsbader Quellen", mit 3 Tafeln.

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke überreicht eine von Herrn stud. med. Leopold Rosenthal im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit: „Über Nervenanastomosen im Bereiche des Sinus cavernosus."

Herr Prof. A. Bauer legt eine, im Vereine mit Herrn J. Schuler ausgeführte Arbeit: „Über die Synthese der Pimelinsäure" vor.

Herr Professor Franz Toula überreicht, als weitere Mittheilung über die Ergebnisse seiner im Auftrage der kaiserlichen Akademie unternommenen Reise in den westlichen Balkan, eine Abhandlung, die aus drei Abschnitten besteht:

1. „Ein geologisches Profil von Sofia über den Berkovica-Balkan nach Berkovac."
2. „Von Berkovac nach Vraca."
3. „Von Vraca an den Isker und durch die Isker-Schluchten nach Sofia."

Herr J. Liznar, Assistent an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus übergibt eine Abhandlung: „Über die magnetische Declination und Inclination zu Wien".

Herr Stanislaus Kostlivy, Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus überreicht eine Abhandlung, betitelt:

„Der tägliche und jährliche Gang der Temperatur zu Port Said und Suez"

und eine zweite:

„Normale fünftägige Wärmemittel für 24 Stationen, bezogen auf den 20jährigen Zeitraum (1848—1867)."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Caesarea Leopoldino-Carolina Germanica naturae curiosorum: Nova Acta. Tomus XXXVII & XXXVIII. Dresdae 1875—76; gr. 4°.

Académie, royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 46e année, 2e série, tome 44. Nr. 12. Bruxelles, 1877; 8°.

Akademija, jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Rad. Knjiga XLI. U Zagrebu, 1877; 8°.

— — Ljetopis. Prva svezka. 1867—1877. U Zagrebu, 1877; kl. 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 16. Jahrgang, Nr. 7 & 8. Wien, 1878; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI. Nrs. 7 & 8. Paris, 1878; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 3 & 4. Berlin, 1878; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band. Nr. 5. Wien, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1878; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1878; 4°.

Institut, k. k. militär-geographisches: Vorlage der VIII. und IX. Lieferung, bestehend in 49 Blättern der neuen Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie.

Körösi, Joseph: Statistique internationale des grandes Villes II. Statistique de Finances. Budapest, 1877; 4°.

Militär-Comité, k. k. techn. & administrat.: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Jahrgang 1878. 1. Heft. Wien, 1878; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann: Ergänzungsheft Nr. 53. Gotha, 1878; 4°. — 24. Band, 1878. III. Gotha, 1878; 4°.

Nature. Vol. XVII. Nrs. 435—436. London, 1878; 4°.

Observatory, Dun Echt: Publications. Vol. II. Aberdeen, 1877; gr. 4°.

Observatory, Harvard College: Annual Report of the Director of —. Cambridge, 1877; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XII, Nr. 3. Torino 1878; 4°.

— Reale di Brera in Milano: Publicazioni. Nr. XIII. Milano, 1878; gr. 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1878. Nr. 3. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série, Nrs. 35 & 36. Paris, 1878; 4°.

Société d'Agriculture, Histoire naturelles et Arts utiles de Lyon: Annales. IVe Série. Tome VIIIe 1875. Lyon, Paris, 1876; 4°.

— Géologique de France: Bulletin. IIIe Série. Tome VI. 1878. Nr. 1. Paris, 1878; 8°.

Society, the Royal of London: Philosophical Transactions for the year 1876, Vol. 166. — Part II. London, 1877; gr. 4°. 1877. Vol. 167. — Part I. London, 1877; gr. 4°. Catalogue of scientific Papers. 1864—1873. Vol. VII. London, 1877; gr. 4°.

— the Royal astronomical: Memoirs. Vol. XLIII. 1875—1877. London, 1877; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1878; 4°.

Würzburg, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1876/77. 151 Stücke 4°. u. 8°.

Über Degenerations- und Regenerationsvorgänge im normalen peripherischen Nerven.

Von Professor Dr. **Sigmund Mayer,**
erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

(Mit 1 Tafel.)

Wiederholt[1] habe ich darauf hingewiesen, dass man beim Frosche in den peripherischen cerebrospinalen Nerven neben den markhaltigen Fasern von bekanntem Bau, auch marklose Fasern und endlich solche vorfindet, welche dieselben Charaktere zeigen, wie man sie seit geraumer Zeit an den Fasern von Nerven kennen gelernt hat, die man durch Schnitt oder Quetschung von Gehirn- oder Rückenmark getrennt hat.

Den genannten Befund habe ich im *Nervus ischiadicus* des Frosches so oft gemacht, dass ich an dessen Richtigkeit nicht den mindesten Zweifel aufkommen lassen konnte. Da ich jedoch kein äusseres Kennzeichen an dem ganzen Thiere oder dem Nerven auffinden konnte, aus dem sich schliessen liess, dass in einem Nerven sogenannte degenerirende Fasern vorkommen oder nicht, so blieb nichts Anderes übrig, als die Untersuchung peripherischer Nerven mit Rücksicht auf diesen Punkt unablässig fortzusetzen, um so vielleicht in den Besitz von Thatsachen zu gelangen, durch die eine systematische Untersuchung dieses Gegenstandes allenfalls ermöglicht würde.

Meine Bemühungen nach dieser Richtung hin haben nun in der That, wenn auch erst nach vielfacher Anstrengung, das von mir gesuchte Resultat ergeben.

---

[1] Anzeiger der k. Akademie d. Wiss. in Wien, 1873, Nr. VIII—X.

[2] Die peripherische Nervenzelle und das sympathische Nervensystem, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten Bd. VI, 1876.

Es ist mir gelungen, Objecte aufzufinden, an denen sich, ohne vom Zufall, wie bei meinen früheren Befunden abhängig zu sein, die von mir bereits beschriebenen degenerirenden Fasern in den Nerven übrigens gesunder und normaler Thiere jederzeit mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit und Klarheit demonstriren lassen.

Wenn ich es unternehme, in den nachfolgenden Zeilen über diesen Gegenstand kurz zu berichten, so muss ich vorausschicken, dass ich noch nicht in der Lage bin, denselben erschöpfend zu behandeln. Trotz der Unabgeschlossenheit dieser Untersuchung glaubte ich aber die Veröffentlichung derselben nicht länger hinausschieben zu sollen, und zwar aus folgenden Gründen.

Zunächst erheischt die weitere Verfolgung der einschlägigen Fragen noch bedeutenden Aufwand an Zeit. Da ich mit anderweitigen Untersuchungen und Arbeiten beschäftigt bin, so werde ich zur Fortführung dieser Angelegenheit in der nächsten Zeit kaum Musse finden.

Sodann aber fühle ich mich verpflichtet, die Richtigkeit meiner früheren Aussagen vollständig aufrecht zu erhalten, gegenüber dem auffälligen Umstande, dass die neueren Bearbeiter der Histiologie der peripherischen Nerven dieselben ganz mit Stillschweigen übergehen.

Die Angaben Kuhnt's[1] sind nicht derart, dass man schliessen dürfte, er habe die von mir beschriebenen Fasern wirklich gesehen

[1] Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. XIII. p. 427. Kuhnt sagt (pag. 435): „Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass zuweilen in Zerzupfungspräparaten vom *Nervus ischiadicus* des Frosches marklose Fasern gefunden werden, die eine bestimmte Strecke jederseits vom ovalen Kern markhaltig waren. Die Endigung des Markes fand allmälig oder auch plötzlich durch Übergang in eine granulirte Masse statt. Häufiger als diese Species wurden feine und feinste markhaltige Fasern angetroffen, die allmälig oder plötzlich ihr Mark verloren und gleichfalls in eine scheinbar protosplasmatische Substanz übergingen. Ich bin geneigt, diese Eigenthümlichkeit der Fasern als auf einem gewissen De-, resp. Regenerationsprocess beruhend, anzusprechen."

In dieser Schilderung vermisst man den Hinweis auf die Ähnlichkeit, oder besser Identität derartiger Bilder mit den Vorkommnissen in den

Ranvier,[1] der sich so ausführlich mit der Lehre von der Degeneration und Regeneration der Nerven befasst, erwähnt des Vorkommens degenerirter Fasern in übrigens normalen Nerven nicht. Da nicht anzunehmen ist, dass Ranvier die Wichtigkeit dieser Thatsache, dafern sie nur richtig steht, für die Auffassung der Degenerations- und Regenerationsvorgänge nicht eingesehen hat, so kann ich nur schliessen, dass Ranvier die von mir geschilderten Bilder nicht aus eigener Anschauung kennen gelernt, respective nicht eifrig genug darnach gesucht hat. Auch Axel Key und Retzius,[2] obwohl sie meine erste Notiz über diesen Gegenstand kannten, führen die degenerirenden Fasern unter den Bestandtheilen der peripherischen Nerven nicht an.

Drittens endlich erscheint mir der angeführte Befund, wenn er auch noch nicht in allen seinen Bezügen klar aufgefasst werden kann, in methodologischer Hinsicht so wichtig, dass es gerechtfertigt erscheint, nachdrücklich auf denselben hinzuweisen, und andere Forscher zu veranlassen, denselben zu verificiren. Es liegt nämlich auf der Hand, dass die sogenannte Waller'sche Methode der Erforschung des Verlaufes der peripherischen Nervenfasern durch den von mir angestrebten Nachweis des Vorkommens sogenannter degenerirender Fasern in unversehrten Nerven einigermassen in ihrer untrüglichen Zuverlässigkeit erschüttert wird. Die genannte Methode beruht bekanntlich darauf, einen Nerven an einer bestimmten Stelle vom Centralorgan (Gehirn oder Rückenmark) zu trennen und sodann aus dem Vorkommen von degenerirenden Fasern zu schliessen, dass letztere in dem durchschnittenen Nerven am Orte der Durchschneidung in Wirklichkeit vom Centralorgane getrennt wurden.

Stümpfen durchschnittener Nerven. Meine erste Angabe über diesen Gegenstand, die Kuhnt unberücksichtigt lässt, legt auf diese Identität besonderes Gewicht.

Nebenbei mag hier bemerkt werden, dass Ranvier neuerdings die von mir gemachte Beobachtung vom Vorkommen von Pigmentkörnchen in den sogenannten Kernen der Schwann'schen Scheide, die Kuhnt nicht sehen konnte, bestätigt hat.

[1] Leçons sur l'histologie du système nerveux. 2 Bände, Paris 1878.

[2] Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, erste Hälfte, Stockholm 1875.

Wenn es einmal als Thatsache allgemein anerkannt sein wird, dass unter Umständen, auch in gesunden Nerven degenerirende Fasern vereinzelt angetroffen werden können, so wird zwar die genannte Methode immer noch ihren Werth behalten, bei der Anwendung derselben wird man aber mit weit mehr Vorsicht vorzugehen haben, als man dies bisher für nothwendig erachtete.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir nun zur Sache selbst über.

Wie bereits oben bemerkt wurde, ist es mir in der letzten Zeit gelungen, Localitäten aufzufinden, an denen sich degenerirende Fasern mit Sicherheit nachweisen lassen. Als solche bezeichne ich nun:

1. Die kleinen Hautnerven des Frosches, die, zu beiden Seiten der Mittellinie des Rückens aus der Fascie heraustretend, durch die Rückenlymphsäcke zur Haut verlaufen

2. den *Nervus ischiadicus* und seine Äste, sowie andere Cerebrospinalnerven von *Mus decumanus*.

Was nun zuerst die genannte Fundstelle beim Frosche betrifft, so muss ich besonders bemerken, dass ich dort die degenerirenden Fasern nur während des Winters aufgefunden habe. An frisch eingefangenen Fröschen hatte ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit, diese Frage zu untersuchen.

Wollte man behaupten, dass der Gehalt der erwähnten Hautnerven an degenerirenden Fasern auf den Halbwinterschlaf und die abnormen Bedingungen, unter denen sich die Frösche in der Gefangenschaft befinden, zu beziehen sei, so könnte ich einer solchen Aufstellung vor der Hand nicht mit triftigen Beweisen entgegentreten. Was aber wenig für eine derartige Auffassung sprechen dürfte ist erstens der Umstand, dass Valentin[1] bei der Untersuchung peripherischer Nerven von Murmelthieren, die in tiefem Winterschlafe begriffen waren, Degenerationsfasern nicht auffinden konnte. Zweitens habe ich an den genannten Nerven des Frosches die degenerirenden Fasern schon vorgefunden, nachdem dieselben erst ganz kurze Zeit aus dem Freien in die Gefangenschaft gebracht worden waren.

[1] Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd. II, pag. 14.

Endlich ist hervorzuheben, dass die in unserem Laboratorium während der Wintermonate aufbewahrten Frösche sich ausserordentlich gut halten und von den Krankheiten, denen diese Thiere sonst in der Gefangenschaft so leicht anheimfallen (Geschwürsbildungen an der Haut) vollständig verschont bleiben. Es mag dies daher rühren, dass uns zur Aufbewahrung derselben gleichmässig temperirte feuchte Kellerräume zur Verfügung stehen.

Sollte sich jedoch bei weiterer Untersuchung herausstellen, dass das in Frage stehende Verhalten der Nerven bei Fröschen nur während des Winterschlafes oder in Folge ihres Aufenthaltes in der Gefangenschaft auftritt, so würde hierdurch die Thatsache kaum an Interesse verlieren.

Was die Ratten betrifft, so muss ich bemerken, dass ich, als ich zum ersten Male den *Nervus ischiadicus* eines zum Behufe anderer Versuche eingefangenen und durch Erstickung getödteten Thieres untersuchte und hiebei degenerirende Fasern in ausgesprochener Weise und ziemlich zahlreich entdeckte, mich dieser Thatsache gegenüber sehr reservirt verhielt. Es konnte das betreffende Exemplar zufällig an einer Stelle centralwärts von der untersuchten irgend eine Laesion erfahren haben; möglicherweise konnte es sich auch um eine an was immer für einer Stelle des Nervensystems primär localisirte Erkrankung gehandelt haben.

Allen diesen Bedenken konnte ich aber kein Gewicht mehr beilegen, nachdem ich an zehn Exemplaren, die alle frisch eingefangen zur Untersuchung verwendet wurden, durchweg, ohne Ausnahme, die Existenz der degenerirenden Fasern mit Leichtigkeit nachweisen konnte. Ich lege auf diese Befunde ein um so grösseres Gewicht, als die Thiere, an denen dieselben gemacht wurden, ihren natürlichen Lebensbedingungen unmittelbar entnommen wurden, ohne dass vorher durch längeren Aufenthalt in der Gefangenschaft allenfalls eingreifende Veränderungen in den Lebenseigenschaften der Gewebe hervorgerufen worden waren.

Was die Methoden der Untersuchung betrifft, so habe ich herausgeschnittene Nervenfaserbündelchen ganz frisch in $^1/_2{}^0/_0$iger Kochsalzlösung mit Nadeln zerzupft und diese Präparate unter-

sucht. Sodann habe ich derartige Zupfpräparate mit verdünnter Osmiumsäure behandelt, und nachträglich mit Pikrocarmin oder Fuchsin gefärbt (24stündige Einwirkung). Auch habe ich den *Nervus ischiadicus* mit einer feinen Scheere der Länge nach ausgiebig gespalten und den aufgesplitterten Nerven der Einwirkung verdünnter Osmiumsäure und nachträglicher Färbung mit den genannten Farbstoffen ausgesetzt; von einem so behandelten Nerven lassen sich durch Zerzupfen ausserordentlich schöne und instructive Präparate herstellen.

Die genaue Feststellung der degenerativen Vorgänge in einem von seinem Centrum getrennten Nerven ist bekanntlich mit mannigfachen Schwierigkeiten verknüpft; eine sehr grosse Anzahl von Arbeiten ist diesem Gegenstande bereits gewidmet worden, ohne eine durchgreifende Übereinstimmung der Ansichten zu erzielen. Wenn es aber einerseits nicht leicht sein mag, die Natur des degenerativen Vorganges genau nach allen Richtungen hin zu präcisiren, so ist auf der andern Seite für den halbwegs geübten Beobachter nichts leichter, als die Existenz von Fasern mit den geringsten Spuren der Degeneration mit Sicherheit zu diagnosticiren. Allerdings dürfte es hiezu nothwendig sein, sich vorerst durch das Studium von peripheren und centralen Nervenstümpfen in verschiedenen Perioden nach ihrer Durchschneidung mit den hiebei auftretenden, äusserst charakteristischen Befunden einigermassen vertraut zu machen. Da ich mich mit diesem Gegenstande bereits seit langer Zeit beschäftige, so war es mir ein Leichtes schon mit Hilfe schwacher Vergrösserungen (Hartn. Object. V, Ocul. III) innerhalb der unzerzupften Hautnervchen des Frosches einzelne degenerirende Fasern mit Sicherheit zu erkennen, oder aus dem Gewirre zerzupfter Nervenelemente die charakteristischen Formen der Degeneration herauszufinden. Da somit diese Untersuchung, insofern es sich nur um die Constatirung der degenerirenden Fasern handelt, durchaus ohne Schwierigkeiten durchzuführen ist, so hoffe ich, dass die Existenz derselben bald allseitig anerkannt werden wird.

Anlass zu Irrungen könnte für den weniger Geübten nur durch zwei Umstände gegeben werden. Einmal könnten mechanische Insulte bei der Präparation starke Veränderungen der

Nervenfasern hervorrufen, die für den Ausdruck einer Degeneration gehalten werden könnten. Die so hervorgerufenen Bilder sind aber derart von den durch die Degeneration bewirkten verschieden, dass eine solche Verwechslung kaum vorkommen dürfte.

Zweitens könnten die beim Absterben der Nervenfasern auftretenden Veränderungen des Nervenmarkes dem Unerfahrenen Degeneration vortäuschen. Auf die Verschiedenheit dieser beiden Processe ist schon von früheren Forschern und erst neuerdings von Ranvier wieder mit Nachdruck hingewiesen worden, wesswegen ich hierauf an dieser Stelle nicht weiter einzugehen brauche. Immerhin wird es sich empfehlen, die Nerven möglichst frisch zur Untersuchung zu verwenden, da an solchen Präparaten der Unterschied zwischen normalen und degenerirenden Fasern am schärfsten hervortritt.

Um Missverständnisse zu vermeiden, muss ich endlich noch einen Punkt berühren. Wenn ich oben bemerkt habe, dass ich in den Rückenhautnerven des Frosches und dem *Nervus ischiadicus* (und anderen Cerebrospinalnerven) der Ratte Objecte kennen gelernt habe, in denen sich degenerirende Nervenfasern leicht auffinden lassen, so ist diese Angabe nicht so zu verstehen, als fänden sich letztere ebenso zahlreich vor, wie gesunde. Das hier vorliegende Verhalten lässt sich am besten vergleichen mit dem Nachweise von Ganglienzellen an den Verzweigungen des *Nervus vagus* im Herzen und der Harnblasennerven des Frosches, oder der Demonstration von Fortsätzen an den Nervenzellen. Niemand wird die Existenz der angeführten Thatsachen ernstlich in Abrede zu stellen gewillt sein, wenn es auch nicht immer gleich bei der ersten Präparation gelingen sollte, beweisende Bilder zu gewinnen.

Indem ich nun dazu übergehe, die thatsächlichen Ergebnisse etwas näher zu schildern, stütze ich mich hauptsächlich auf die Befunde an Ratten. Da die Isolirung der Fasern aus den Rattennerven leichter gelingt, als aus den dünnen der Zerzupfung schwer zugänglichen Rückenhautnerven, so eignen sich erstere mehr zum Studium der Details. Die Beobachtungen an letzteren aber sind insofern sehr werthvoll, als sich dieselben an ganz unversehrten, noch als lebend zu betrachtenden Objecten

ausführen lassen und keinem Einwande, der aus mechanischer Misshandlung oder Erscheinungen des Absterbens hergeleitet werden könnte, Raum geben.

Neben den normalen Nervenfasern findet man folgende Formen:

1. Fasern, in denen das Nervenmark in Stücke von wechselnder Grösse zerklüftet erscheint; zwischen den einzelnen Stücken oder Brocken von Nervenmark findet sich eine feinkörnige Masse, in der man noch grössere dunklere Körner und Kerne unterscheiden kann. Derartige Fasern erscheinen oft recht ansehnlich breit, wie es denn überhaupt alsbald auffällt, dass der sogenannte degenerative Process hauptsächlich die breiten Fasern betrifft, viel seltener die schmälen und mittelbreiten.

2. Fasern, die streckenweise die vorher veränderte Markscheide bereits ganz eingebüsst haben, und deren Schwann'sche Scheide von einer feinkörnigen Masse erfüllt ist, in der sich Fett- und Myelintröpfchen von wechselnder Grösse und mehrere Kerne vorfinden. In der Nachbarschaft einer solchen Stelle findet sich noch normales Nervenmark oder feinkörnige Substanz und unregelmässig gestaltete Myelinklumpen. In derartigen Fasern ist die Schwann'sche Scheide immer noch von dem veränderten Inhalte ausgedehnt und hiedurch unterscheiden sie sich wesentlich von

3. Fasern, die auf lange Strecken hin keine Spur mehr von normaler Markscheide zeigen. Die Schwann'sche Scheide ist collabirt und streifig durch intrafasciculäres fibrilläres Bindegewebe gleichsam verstärkt; innerhalb derselben bemerkt man gewöhnlich einen feinkörnigen Inhalt in äusserst geringen Spuren; ob aber dieser Inhalt immer vorhanden ist, wie dies nach Ranvier der Fall sein soll, ist mir zweifelhaft geblieben. Es wäre schwer, die zusammengefallenen Schwann'schen Scheiden als Reste von Nervenfasern zu erkennen, wenn man nicht durch Verschiebung des Präparates alsbald auf Stellen stossen würde, in denen ein solcher Strang elliptisch anschwillt. Diese Anschwellung besteht aus feinkörniger Masse mit eingestreuten Markklumpen und mehr oder weniger grossen Fetttropfen.

Die sub 3 beschriebenen Fasern gehören dem am weitesten vorgeschrittenen Stadium der degenerativen Umwandlung an.

Zwischen den sub 1, 2 und 3 geschilderten Formationen finden sich eine grosse Anzahl von Übergangsformen; das wechselnde Aussehen derselben aber lässt sich schliesslich immer auf die zwei wesentlichen Vorgänge, die bei der Degeneration der Fasern die Hauptrolle spielen, zurückführen: Schwund des normalen Nervenmarkes bei gleichzeitigem Auftreten einer feinkörnigen, mit Fetttröpfchen infiltrirten, Kerne enthaltenden Masse (Protoplasma der Autoren) und secundärer Resorption des letzteren bis auf ganz unansehnliche Spuren, die sich, wie schon oben angedeutet, zuweilen auf Null reduciren dürften.

Es liegt nicht in dem Plane dieser Mittheilung, auf die Vorgänge näher einzugehen, die sich bei der Degeneration der Nervenfasern abspielen. Aus der kurzen Schilderung der Befunde, die ich durch naturgetreue Abbildungen zu illustriren bemüht war, wird aber für jeden Kenner der Vorgänge im peripheren Stumpfe durchschnittener Nerven nicht der geringste Zweifel übrig bleiben, dass sich zwischen letzteren und denjenigen, die in übrigens gesunden Nerven der Ratte zu constatiren sind, kein wesentlicher Unterschied auffinden lässt.

Was die Ausbreitung des degenerativen Processes im Verlaufe einer Faser betrifft, so habe ich nach dieser Richtung hin Folgendes zu berichten. Es ist mir bei der Ratte nur ein einziges Mal gelungen, den Anfang des Processes zu beobachten. Diese Beobachtung ist (Fig. 5) in einer Zeichnung wiedergegeben, in der leider das Specifische und nicht leicht mit etwas Anderem zu Verwechselnde des Vorganges nicht so scharf heraustritt, wie diess in Wirklichkeit der Fall war.

Ganz gewöhnlich waren die Fasern, so weit sie sich überhaupt verfolgen liessen, dem Degenerationsprocesse in mehr oder minder hohem Grade verfallen.

Beim Frosche ist es mir viel häufiger gelungen, den Ausgangspunkt der Degeneration von der gesunden Faser zu sehen. Ganz besonders beweiskräftige und schöne Präparate erhielt ich zweimal von Nerven der *Membrana nictitans* von *Rana temporaria*. Hier hörte plötzlich das normale Nervenmark in der Mehrzahl der Fasern eines dünnen Stämmchens auf; die Nervenfasern liessen sich dann nur noch als blasse Fäden mit eingestreuten

sehr dunklen Körnchen eine Strecke weit verfolgen, um dann wieder theilweise von discontinuirlicher Markscheide umgeben zu werden.

Im *Nervus ischiadicus* der Ratte habe ich aber eine weitere Thatsache festzustellen Gelegenheit gehabt, die auf die bereits mitgetheilte vom Vorkommen von degenerirenden Fasern ein sehr merkwürdiges Licht wirft. Es lassen sich nämlich ohne besondere Anstrengung Fasern darstellen von ganz charakteristischem Aussehen, die, so weit ich sehe, keine andere Deutung zulassen, als dass neben der Degeneration auch eine Regeneration von Nervenfasern stattfindet.

Die Befunde, die ich hier im Auge habe, sind in Fig. 11 und 12 nach äusserst klaren und beweiskräftigen Präparaten dargestellt.

Man findet mitten unter breiten Nervenfasern solche von bedeutend reducirtem Caliber, welche, nach Osmiumsäurebehandlung, eine bemerklich schwächere Schwarzfärbung, als die übrigen angenommen haben. Diese Fasern sind von einer etwas verdickten, wohl noch durch intrafasciculäres Bindegewebe verstärkten Schwann'schen Scheide umgeben; im Übrigen zeigt die Faser die Ranvier'schen Einschnürungen in kürzeren Intervallen, als die breiten Fasern und dazwischen die Kerne. Innerhalb derselben Schwann'schen Scheide aber, finden sich von Strecke zu Strecke elliptische oder kreisförmig begrenzte Massen von feinkörniger Beschaffenheit, in welcher sich Nervenmark und Fett in wechselnden Quantitäten vorfinden. Durch diese ab und zu an der Faser auftauchende Garnitur erhalten die in Frage stehenden Gebilde ein äusserst charakteristisches Gepräge.

Diese Beobachtungen stimmen nun auf's Genaueste überein mit der Schilderung, welche Ranvier von den im peripheren Stumpfe durchschnittener Nerven vorfindlichen neugebildeten Fasern entworfen hat. Ohne hier auf die bei der Neubildung von Nervenfasern vor sich gehenden Processe näher einzugehen, scheint es mir im höchsten Grade wahrscheinlich zu sein, dass die geschilderten Befunde am einfachsten folgendermassen gedeutet werden können. Die Schwann'sche Scheide und die Myelin- und Protoplasmahaltigen Körper sind die Reste einer

alten degenerirten Faser. Der weitere Inhalt derselben — normale schmale Faser mit dünnem Markbelege — ist neu gebildet; hiebei lassen wir es unentschieden, ob die Faser vollständig vom gesunden centralen Stumpfe in die alte, theilweise leer gewordene Scheide hereingewachsen ist (wie Ranvier meint), oder ob der spärliche protoplasmatische Rest innerhalb der alten Schwann-schen Scheide den ersten Ausgangspunkt der Neubildung abgegeben hat.

Den stringenten Beweis für die Richtigkeit der ausgesprochenen Ansicht über die Bedeutung der geschilderten schmalen markhaltigen Nervenfasern mit der eigenthümlichen Garnitur würden Beobachtungen liefern, in denen die Verbindung derselben mit normalen Nervenfasern nachgewiesen werden könnte. Solche Bilder habe ich nicht aufzufinden vermocht; dass man bei weiterem unverdrossenem Suchen auf dieselben stossen würde, erscheint mir nicht im Geringsten zweifelhaft.

Im Hinblick auf die im Rattennerven sich in relativ beträchtlicher Anzahl darbietenden Degenerationsfasern erscheint es mir im hohen Grade wahrscheinlich, dass noch einige andere sich bei der Untersuchung des genannten Objectes darbietende Befunde als der Ausdruck einer mit der Degeneration einhergehenden Regeneration angesehen werden müssen. Als derartige für rege Neubildung sprechende Thatsachen möchte ich anführen:

1. Bündelchen sehr schmaler, markhaltiger Nervenfasern, in gemeinsamer Schwann'scher Scheide liegend, strickförmig um einander gewunden.

2. Fasern, die während ihres Verlaufes ihre Breite sehr brüsk ändern, so dass das eine Stück gut doppelt so breit sein kann, als das andere.

3. Fasern, die im grössten Theile ihres zu beobachtenden Verlaufes marklos sind, und nur hie und da einen Anflug von Nervenmark besitzen.

Sicheren Aufschluss über die Bedeutung der angeführten Formen kann aber nur die directe Beobachtung geben, deren Aufgabe darin bestünde, den Zusammenhang derselben mit den Vorgängen der geschilderten Degeneration aufzudecken.

Nachdem ich an den Nerven der Ratte so unzweideutige Resultate erzielt hatte, ging ich neuerdings an die Untersuchung des *Nervus ischiadicus* des Kaninchens. Es gelang mir nun auch in der That hier degenerirende Fasern, wenn auch sehr spärlich in mehreren Fällen aufzufinden. Da nicht anzunehmen ist, dass die Ratte in Bezug auf das in Frage stehende Verhalten des peripherischen Nerven eine Sonderstellung einnimmt, so wird die Ausdehnung dieser Untersuchungen gewiss dazu gelangen, eine weite Verbreitung dieses Vorkommens in der Thierreihe nachzuweisen.

Vorläufig möchte ich aus den mitgetheilten Thatsachen nur den Schluss ziehen, dass die Fasern des peripherischen Nerven an mehr oder weniger ausgedehnten Strecken ihres Verlaufes keine perennirende, sondern nur eine cyklische Lebensdauer haben. Die neben einander herlaufenden Processe der Degeneration und Regeneration werden hier zum ersten Male an Organen aufgedeckt, wo man sie am wenigsten vermuthen sollte.

An eine ausgiebige Discussion dieser Vorgänge dürfte erst dann gedacht werden, wenn eine grössere Fülle von Thatsachen gesammelt sein wird. Für die Anwendung der sogenannten Waller'schen Methode und die Verwerthung scheinbar pathologischer Befunde am peripherischen Nerven dürften die mitgetheilten Thatsachen schon jetzt von einiger Bedeutung sein.

Schliesslich soll noch dem Wunsche Ausdruck gegeben werden, dass die allseitige Erforschung des hier angeregten Gegenstandes dadurch gefördert werden möge, dass die Vorsteher histologischer Institute die Bearbeitung desselben in die Hände jüngerer, gewissenhafter und bei der grossen Einförmigkeit der Arbeit mit der nothwendigen Geduld und Unverdrossenheit begabter Kräfte legen mögen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rückenhautnerv des Frosches; Präparat unter dem Deckglas mit Überosmiumsäure gefärbt; die degenerirenden Fasern sind in der Majorität. Hartn. V. Objectiv, Ocular 3.

Fig. 2. Rückenhautnerv des Frosches; Präparat frisch in $\frac{1}{2}$%iger Kochsalzlösung untersucht; bei *a* eine in Degeneration begriffene Faser mitten unter gesunden. H. V/3.

Sämmtliche übrige Figuren, mit Ausnahme von 7, welche vom Kaninchen stammt, stellen Befunde aus dem Rattennerven dar; Fig. 5 und 6 sind nach frischen Präparaten, die übrigen nach Osmiumsäurepräparaten entworfen.

Fig. 3. Bei *a* degenerirte Faser; frühes Stadium H. V/3.

Fig. 4. Degenerirte Faser; sehr vorgeschrittenes Stadium; die letzten Spuren der Nervenfaser bestehen in der Schwann'schen Scheide, die in Falten gelegt erscheint; innerhalb derselben bei *a* einige Myelin- und Fetttropfen und spärliche Reste einer feinkörnigen Substanz. H. VII/3.

Fig. 5. Bei *a* Beginn des Degenerationsprocesses.

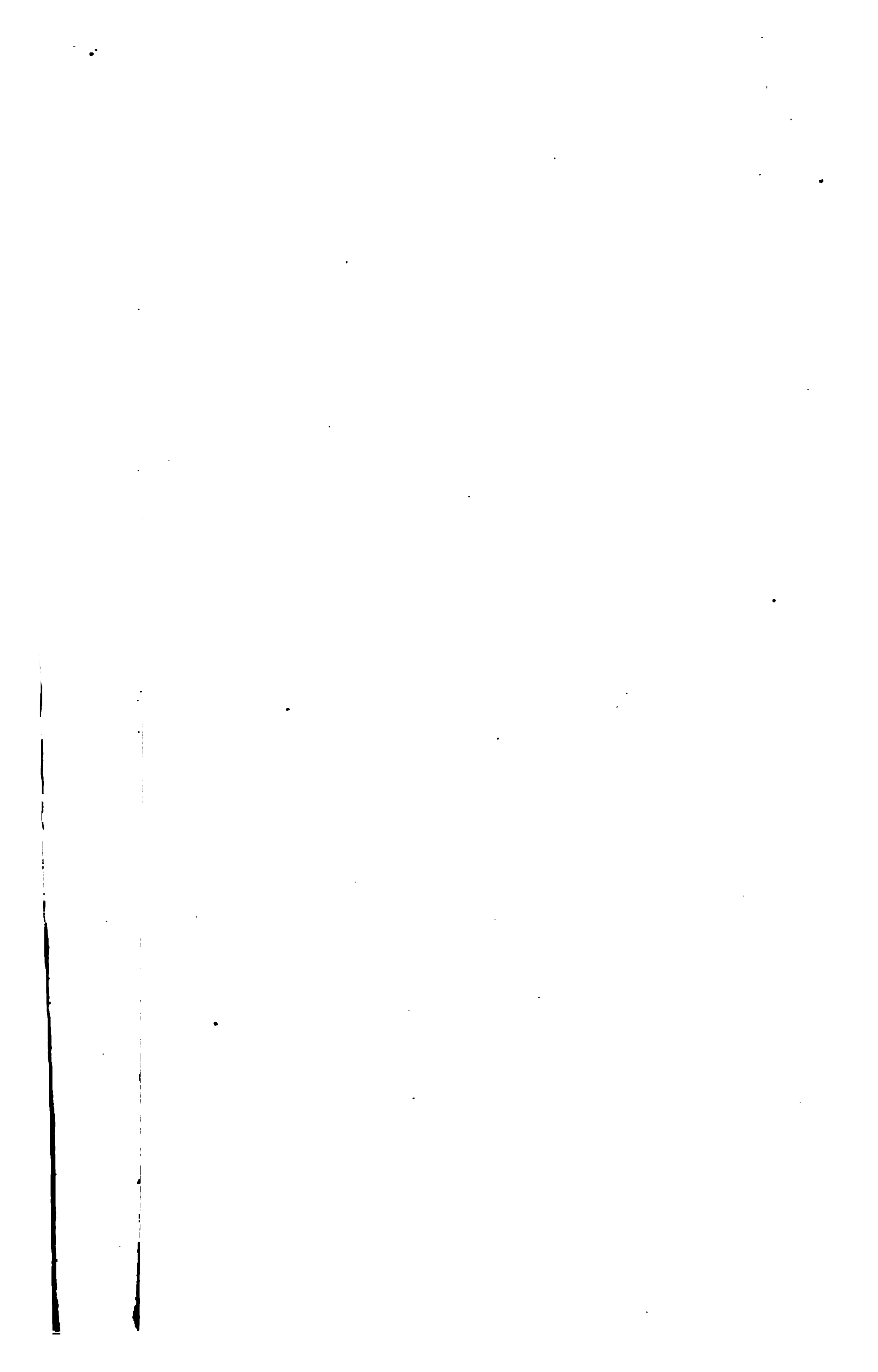
Fig. 6 *a* degenerirte, *b* gesunde Faser.

Fig 7. Vom Kaninchen; bei *a* und *a'* degenerirt, bei *b* und *b'* noch normal. H. V/3.

Fig. 8 und 9 degenerirende Fasern in vorgeschritteneren Stadien des Processes; in Fig. 8 roth gezeichnete Kerne. H. V./3.

Fig. 10. Weniger weit vorgeschrittenes Stadium, wie dies aus der bei *a* sich vorfindenden Anschwellung hervorgeht. Derartige Verbreiterungen der Fasern durch eingestreute Myelinballen kommen nur in den früheren Stadien des Degenerationsprocesses vor. H. VII/3.

Fig. 11 und 12 junge Fasern in alten Scheiden; bei *a* finden sich die im Texte besprochenen Garnituren.





Über Nervenanastomosen im Bereiche des Sinus cavernosus.

Von **Leopold Rosenthal,**
stud. med.

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

I. Über Anastomosen des Sympathicus mit Hirnnerven.

Die bedeutendste Anastomose des Sympathicus im *Sinus cavernosus,* die mit dem *Nervus abducens,* war schon Eustachius bekannt. Den Angaben von Willis zufolge sollte diese Verbindung, sowie auch 1—2 Fäden vom *N. trigeminus,* den Ursprung für den Sympathicus abgeben, indem diese Bündel im Verlaufe nach rückwärts und abwärts zu einem einzigen Strange zusammentreten und nach dem Austritte aus der Schädelhöhle das *Ganglion cervicale supremum* bilden. [1]

Bock erwähnt Verbindungen des Sympathicus mit dem Abducens, dem *Ganglion Gasseri, Ramus ophthalmicus nervi trigemini* und dem *N. oculomotorius.* [2]

Verbindungen des Sympathicus mit dem Abducens, dem *Ganglion Gasseri* oder einem oder mehreren seiner Hauptäste beschreibt Meckel. Bisweilen fand er auch eine Verbindung mit dem Oculomotorius. [3]

---

[1] Thomae Willis cerebri anatome nervorumque descriptio et usus. V. opera omnia Genevae 1676, 4; pag. 134, 114, 116; cap. 25, 22; Fig. 1, 2 und 9.

[2] Aug. Carl Bock's Beschreibung des fünften Nervenpaares und seiner Verbindungen mit anderen Nerven, vorzüglich mit dem Gangliensystem. M. K. Meissen 1817; Fol. Nachtrag Meissen 1821, Fol. S. 60.

[3] Joh. Fr. Meckel's Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. 3, S. 764—771.

Nach den Angaben von Arnold[1] spalten sich bei der zweiten Biegung der *Carotis interna* von dem äusseren carotischen Nerven ein, oder wie gewöhnlich einige, ja selbst mehrere (3—4) Fädchen ab, ziehen an der anderen Seite der Carotis aufwärts, verbinden sich sowohl untereinander, als auch mit Zweigen des inneren (carotischen) Astes, die sich, 2—4 an der Zahl, um den Rücken der Kopfschlagader biegen und sich in das sechste Paar der Hirnnerven einsenken; die Verbindung findet entweder da statt, wo derselbe zur Carotis gelangt, oder weiter nach vorne, an der Stelle, wo genannter Nerv die Concavität der dritten Biegung berührt oder an beiden Punkten zugleich.“

An der dritten Biegung entsteht aus dem inneren Aste des carotischen Nerven der *Plexus cavernosus;* „die Fäden, welche sich mit dem ersten Aste des Quintus und dem halbmondförmigen Knoten verbinden, verlassen genannten Plexus beim Rücken der Carotis an der dritten Biegung dieses Gefässes.“ Über Verbindungen des Sympathicus mit dem Oculomotorius, welche, wie erwähnt, Bock gesehen zu haben angibt, beschränken sich seine Angaben auf Folgendes: „Öfters beobachtete ich ein feines Fädchen, welches aus dem vorderen Theile des carotischen Geflechtes hervorging und sich mit dem dritten Hirnnerven, ehe er sich in zwei Hauptäste spaltet, verband; aber nicht immer gelang es mir, diese Verbindung aufzufinden. Sie wird desshalb vielleicht mit Recht zu den seltenen Anastomosen des vegetativen Nervensystems mit Hirnnerven gezählt.“

Die Verbindungen des sympathischen Nerven mit dem Trigeminus und dem *Ganglion Gasseri* bezweifelt Hirzel,[2] da er solche nie an Körpern gesehen hat, deren Gefässe gut injicirt waren.

Hirschfeld spricht sich über erwähnte Anastomosen folgendermassen aus:[3]

---

[1] Fr. Arnold. Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen. Heidelberg und Leipzig 1831. S. 86, Fig. II, 203, 21; ferner S. 88 Fig. I, II, 23, VI, 28 und 29.

[2] Leonhard Hirzel diss. inaug. med. sistens nexus nervi sympathetici cum nervis cerebralibus cum tab. aeri. inc. Heid. 4, pag. 29—31, §. 27.

[3] Nevrologie ou description et iconographie du système nerveux et des organes des sens de l'homme par Ludovic Hirschfeld et J. B. Leveillé Paris 1853. S. 215 und 16.

Im *Sinus cavernosus* gehen vom äusseren carotischen Nerven zwei bis drei Fäden ab, um unter spitzem Winkel an jener Stelle, wo der Abducens die Carotis kreuzt, demselben sich anzuschliessen; ausser dieser ist noch eine andere Anastomose des Letzteren mit dem inneren Aste des carotischen Nerven vorhanden.

Vom *Plexus cavernosus* soll nun eine Anzahl von Fäden abgehen, um benachbarte Nerven aufzusuchen, namentlich den Oculomotorius, den Trochlearis, *Ganglion Gasseri* und zwei der Hauptäste des Trigeminus.

E. Philipp Ed. Bischoff[1] sagt unter Anderem: „Ich habe nie einen zum Oculomotorius und Abducens vom Trigeminus tretenden Faden gesehen, und glaube, dass gegentheilige Angaben entweder seltene Ausnahmen sind, oder durch Verwechslung mit sympathischen Fäden veranlasst wurden.“ Er spricht nur von „scheinbaren, durch sympathische Fasern vermittelten Anastomosen zwischen dem Abducens-Trigeminus und Oculomotorius.“

Ich schlug behufs Untersuchung erwähnter Anastomosen folgenden Weg ein: ich präparirte an Menschenschädeln die betreffenden Nerven sammt Verbindungen, sammt Carotis und dem carotischen Geflechte heraus und behandelte sie nach der von F. Frühwald[2] angewendeten Methode:

Der herauspräparirte Nerv wird in 95% Alkohol gelegt, bis er seine natürliche Weichheit verliert, hernach auf 1—2 Tage in Terpentinöl. Um das Bindegewebe zu zerstören, digerirt man ihn in einem Gemisch von 50 Ccm. concentrirter Lösung von chlorsaurem Kali und $3\frac{1}{2}$—4 Ccm. rauchender Salpetersäure auf dem Wasserbade so lange, bis er anfängt weich zu werden und die Nervenfaserbündel durch die Nadel leicht isolirt werden können; nachher wird der Nerv in destillirtem Wasser gewaschen und in eine Mischung von gleichen Volumen concentrirter Weinsäure oder Oxalsäure und Glycerin gegeben, damit das beim Digeriren übrig gebliebene Zwischengewebe aufgehellt werde. Die weissen

[1] Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven, von Ernst Philipp Eduard Bischoff, München 1865, S. 12, ferner Seite 42, Fig. 15.

[2] F. Frühwald. Über die Verbindungen des *N. petrosus superficialis major*. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften math.-nat. Cl. LXXIV Bd., III. Abth. (1876) p. 9.

Nervenfaserbündel lassen sich dann auf schwarzem Wachsgrunde sehr schön isoliren.

Was die Verbindung des Sympathicus (Fig. I und II *S*) mit dem *N. abducens* (*A*) betrifft, so fand ich, dass vom innern (Fig. I *i*) sowohl, als auch vom äussern (*a*) carotischen Nerven gleichstarke Bündel sich an den obengenannten Hirnnerven anlegen; dass ein Theil dieser Fasern (*b*) den Abducens weiter, bis ausserhalb des Bereiches des *Sinus cavernosus* begleitet, der andere Theil hingegen (*d*) und zwar constant, sich nach kurzem Verlaufe von ihm abspaltet, um die äusseren Nervenfaserbündel des medialwärts gelegenen Oculomotorius (*O*) aufzusuchen und mit demselben, ebenfalls nach vorne, zu verlaufen. Mit dieser Angabe lässt sich auch die älterer Autoren (Longet, Système nerveux 379), dass nämlich eine Anastomose zwischen Abducens und Oculomotorius vorhanden sei, erklären, indem wir annehmen, dass jene anastomotischen Fasern nichts anderes sind als eben diese sympathischen Fäden, welche nicht direct, sondern erst nach gemeinsamem Verlaufe von etwa 5 Mm. den Abducens verlassen und den Oculomotorius aufsuchen, da ich zwischen den zwei genannten Nerven nie andere, als diese sympathischen Fasern verlaufen sah. Diese Bündel erscheinen zwar sehr zahlreich, jedoch schwach und fein, so dass sie selbst bei Lupenvergrösserung wie Bindegewebsbündel aussahen; dass es aber Nervenfasern sind, lehrt die Untersuchung mit dem Mikroskope; wie ich überhaupt sämmtliche Verbindungsfasern nach vollendeter Zeichnung ausschnitt und mikroskopisch untersuchte. Bei dieser Gelegenheit sah ich auch, dass fast alle Fäden, welche vom Sympathicus ausgingen, Ganglienzellen in grösserer oder geringerer Zahl in sich bargen; ich fand auch Ganglienzellen öfter als angegeben wird in andern Nerven, namentlich im *N. petrosus superficialis major* ein ganzes Ganglion (Fig. VI *b*) an jener Stelle, wo derselbe in seinem Verlaufe nach hinten den *N. petrosus profundus* (*P*) verlässt, und in die harte *Cartilago basilaris* eintritt.

Die Fäden zum ersten Trigeminusaste (Fig. II *T*) sah ich theils direct aus dem *Ganglion caroticum* nach aussen in einem starken Bündel verlaufen (*f*) und an Präparaten vom Erwachsenen etwa 8—12 Mm. vor dem *Ganglion Gasseri* sich

den oberen und äusseren Bündeln des genannten Nerven anschliessen, theils aber in nach vorne schrägem Verlaufe über den Abducens hin den Weg nehmen (*g*), so dass es bei oberflächlicher Betrachtung aussah, als würden diese Bündelchen Abducensfasern führen und an der Berührungsstelle mit dem Trigeminus zu demselben herüberziehen.

Ich glaube nun, dass die anastomotischen Fasern, welche nach Bischoff die „scheinbare Anastomose zwischen Abducens und Trigeminus" herstellen, und welche er für sympathische Fasern hält, eben dieselben sympathischen Fasern sind, welche, nach kurzem Verlaufe mit dem Abducens, denselben verlassen und in den Trigeminus übergehen (*g*).

Das selbstständig vom *Ganglion caroticum* abgehende Bündel (*f*) muss schon wegen seiner anatomischen Provenienz als dem Sympathicus angehörig bezeichnet werden, was natürlich nicht ausschliesst, dass es möglicherweise das Ganglion durchsetzende spinale Fasern führen kann.

Die Anastomose des Sympathicus mit dem Oculomotorius, dem *Ramus ophthalmicus* und *supramaxillaris* Quinti gelang mir immer wieder an zahlreichen Präparaten aufzufinden; sie scheint constant zu sein; nicht so die mit dem *Trochlearis* (Hirschfeld) und dem *Ganglion Gasseri*, die von einzelnen Autoren als „seltene Ausnahmen" angegeben werden, und die ich trotz der verlässlicheren Präparationsmethode kaum in der halben Zahl der untersuchten Präparate fand.

II. Anastomotische Verbindungen des Trigeminus mit den augenbewegenden Nerven.

Was die sensiblen Fasern derjenigen Muskeln betrifft, welche vom Oculomotorius motorisch innervirt werden, so zeigten schon Sömmering's Präparate, dass dieselben als spinale anastomotische Fäden vom Trigeminus zum Oculomotorius hinüber und dann nach vorne ziehen; so bildet er in seinen „Abbildungen des menschlichen Auges" (S. 45, Taf. III, Fig. 6 *u*) einen Faden ab von dem für's Knötchen (*Ganglion ophthalmicum*) bestimmten Zweige des fünften Nerven zu dem für den oberen geraden

Muskel bestimmten Ast des Oculomotorius. Sömmering sagt in seiner „Hirn- und Nervenlehre“ [1]: „Schon an seiner Ursprungsstelle verbindet sich der obere Ast des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven entweder mit dem Augenaste des dreigetheilten Nerven, oder mit der von diesem kommenden langen Wurzel des Augenknotens.“

Béclard [2] betrachtet diese Angabe nicht als so ausgemacht; er sagt nichts Bestimmtes und meint, es könnte die Sensibilität der Augenmuskeln, da ja die Thiere Schmerz äussern, wenn ihnen der Oculomotorius in der Augenhöhle lädirt wird, vielleicht von Fasern herrühren, welche dem Trigeminus während des intracraniellen Verlaufes, etwa im *Sinus cavernosus*, entliehen sind: ainsi que le pense M. Longet. Er scheint dieser Angabe nicht unbedingtes Vertrauen zu schenken. Übrigens sagt er: „C'est ce qui n'est pas parfaitement déterminé“.

Longet nämlich gibt an (Système nerveux II, 379): Nachdem der Oculomotorius durch die Sphenoidalspalte die Augenhöhle betreten, anastomosirt er erstens mit einem oder mehreren Bündeln sehr zarter Fäden aus dem carotischen Nerven und zweitens mit dem Augenaste des Trigeminus.

Bischoff [3] gibt auf Grund seiner neuesten Untersuchungen an (Seite 12): „nie einen zum Oculomotorius vom Trigeminus tretenden Faden gesehen zu haben“ und meint, „dass gegentheilige Angaben entweder seltene Ausnahmen sind, oder durch Verwechslung mit sympathischen Fäden veranlasst wurden.“ Zugleich sagt er (S. 11), dass fast nur Longet diese Anastomose als Regel betrachtet und „vom Oculomotorius dieses kein anderer Beobachter ausser Sappey (Anat. II, pag. 215) angibt, welcher sagt, dass vom oberen inneren Rande des *Ramus ophthalmicus* auf der Höhe des Ursprunges des *Ramus nasalis (nasociliaris)* ein Zweig in den Oculomotorius eindringe.“

Ich wendete auch bei Untersuchung dieses Objektes die oben erwähnte Präparationsmethode an, und fand immer an der Stelle,

---

[1] Umgearbeitet von Valentin 1841, S. 316.

[2] Physiologie humaine. S. 894.

[3] Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven E. P. Ed. Bischoff.

wo die Nerven in die Augenhöhle eintreten, ein ziemlich starkes Bündel (Fig. III *o*) vom Trigeminus (*T*) zum Oculomotorius (*O*) ziehen, zum Stamme oder zum oberen Aste desselben; in letzterem Falle konnten Fasern auch zum unteren Aste verfolgt werden. Dass man diese anastomotischen Fasern einmal vom Stamme des *Ramus ophthalmicus* kommen, ein anderesmal etwas weiter vorne sich von der *Radix longa* des *Ganglion ciliare* (Sömmering) ablösen sieht, das, scheint mir, rührt vielleicht nur daher, dass man die Fasern das eine Mal besser isolirt, ein anderes Mal hingegen weniger sorgfältig von einander trennt.

Dass diese Anastomose so leicht übersehen werden kann, das hat seinen Grund vielleicht darin, dass das hinüberziehende Bündel zwar stark ist, aber ziemlich quer verläuft und also wegen seiner Kürze beim Ablösen der beiden Nerven voneinander — zumal wenn das reichlich dazwischen liegende Bindegewebe früher nicht gut entfernt wurde — leicht zerrissen wird. Diese Anastomose fand ich immer wieder, und sie scheint constant zu sein.

Von einer Anastomose zwischen Trigeminus und Abducens spricht Béclard (Physiologie humaine, S. 900); er sagt nämlich, dass M. Longet mit vieler Sorgfalt Versuche angestellt, welche auf Vorhandensein erwähnter Anastomose schliessen lassen, indem die Versuchsthiere auf Reizung des Abducens, — an welcher Stelle die Reizung vorgenommen wurde, wird nicht angegeben — Schmerz äusserten.

Einen anastomotischen Faden verfolgte schon Sömmering und er sagt in seiner „Hirn- und Nervenlehre“:[1] „Der Nerv (der *N. abducens*) gelangt unter dem Ursprung der Augenvene in die Augenhöhle, hier verbindet er sich durch einen kurzen anastomotischen Zweig mit dem nach aussen und zum Theil über ihm liegenden Augenaste des dreigetheilten Nerven ....“

Bei Untersuchung dieser Anastomose fand ich an der Eintrittsstelle der Nerven in die Orbita, dort wo ihn Sömmering angibt, einen feinen, aber deutlich verfolgbaren Faden vom ersten Trigeminusaste (Fig. IV *T*) zu dem unter und etwas nach innen von

[1] Umgearbeitet von Valentin 1841, S. 437.

ihm liegenden Abducens (*A*) nach vorne ziehen. Diesen Faden konnte ich an allen Präparaten auffinden, und er scheint sehr oft nur wegen seiner ausserordentlichen Feinheit und relativen ziemlichen Länge (4—5 Mm.) übersehen worden zu sein.

Einer Anastomose zwischen Trigeminus und Trochlearis thut vor Sömmering (S. 327 l. c.) Niemand Erwähnung: Der Trochlearis soll oft an der oberen und äusseren Wand des cavernösen Blutleiters mit dem Augenaste des fünften Paares anastomosiren.

E. P. Eduard Bischoff sagt (S. 11): „Sömmering bildete zuerst eine Verbindung des Trochlearis mit dem *Ramus ophthalmicus* ab (Tab. III, Fig. V) und fast Alle sind ihm wenigstens in so weit gefolgt, dass sie diese Verbindung zuweilen vorhanden sein lassen.“

Ich untersuchte auf diese Anastomose zwar nicht viele Präparate, konnte sie aber an allen und immer an derselben Stelle auffinden; ich sah nämlich dort, wo die Nerven im Begriffe sind, aus dem *Sinus cavernosus* zu treten, einen verhältnissmässig nicht besonders feinen Faden (Fig. V *a*) vom Trigeminus (*T*) zum Trochlearis (IV) nach vorne ziehen; dass sich aber dieser Faden später in der Augenhöhle, wie Arnold angibt (Anatomie II, pag. 880 und 914), wieder loslöst, um einen Thränenzweig zu bilden, das sah ich nicht.

Es ist also der Trigeminus, der sämmtliche augenbewegende Muskeln mit sensiblen Fasern versieht, und diese Fasern benützen die Bahn der betreffenden motorischen Nerven, um ihr Ziel zu erreichen.

Die Angaben betreffs des Ursprunges des *N. tentorius cerebelli* gehen nach Arnold (Kopftheil des veget. Nervensystems pag. 200, Fig. VII) und Longet (Anat. u. Phys. d. Nervensystems, übers. v. Hein. I, pag. 151, und II, pag. 335) dahin, dass derselbe nur vom Trigeminus entspringt und vom Trochlearis, obwohl ihm dicht anliegend, keine Fasern aufnimmt.

Varrentrapp und Bidder (Neurolog. Beobacht., pag. 11) lassen den Nerven vom Trochlearis und dem carotischen Geflechte

entstehen. Valentin hingegen leitet denselben (Hirn- und Nervenlehre, pag. 635) vom Trigeminus, Trochlearis und vom Sympathicus her.

E. P. Ed. Bischoff (pag. 11) gibt an: „1. Dass der Tentorius sicher, wie Arnold etc. angegeben, von dem ersten Aste des Trigeminus abgegeben wird, 2. dass er nie von dem Trochlearis herrührt oder auch nur ein Fädchen von ihm erhält.“

Ich sah ebenfalls diesen Nerven im ersten Trigeminusaste wurzeln, aber keinen Faden, weder vom Trochlearis noch vom Sympathicus an denselben abgehen. (Fig. V *b*. *A* ist der *N. recurrens* Arnoldi s. *Tentorius cerebelli*).

Beschreibung der Figuren.

In Fig. 1 stellt *C* das centrale, also hintere, *P* das periphere, also vordere Ende der betreffenden Nerven dar; *O* ist der Oculomotorius, medialswärts gelegen — das Präparat ist von der linken Seite — *A* der lateralwärts verlaufende, in seiner hinteren Hälfte medialwärts, über den Oculomotorius hinüber gelegte Abducens; *S* bedeutet den von der Kopfschlagader losgelösten Strang des Sympathicus, und zwar *a* den äusseren, *i* den inneren carotischen Nerven. Der grössere Theil dieser beiden carotischen Nerven legt sich an den Abducens an: theils, wie b_1, bald beim ersten Zusammentreffen mit demselben, theils wie *b*, etwas später, um ihn in die Augenhöhle zu begleiten. Ein kleiner sympathischer Antheil, *e*, geht dann quer hinüber zum medialwärts gelegenen Oculomotorius, ein anderer hingegen, *d*, begleitet noch eine Strecke weit (*m*) das dem Abducens bestimmte Bündel *b* und geht dann schief nach vorne und innen zum augenbewegenden Nerven; und dieser letztere Antheil ist es, der bei oberflächlicher Betrachtung eine Anastomose zwischen Abducens und Oculomotorius, vermittelt durch spinale Elemente, vortäuschen kann. Höchst wahrscheinlich sind es eben diese Fasern, welche von manchen Autoren (Longet) für spinale Fasern gehalten wurden. Nur Bischoff sagt, es seien sympathische Fasern, und dies eine „scheinbare Anastomose.“

Fig. 2 ist auch ein Präparat von der linken Seite: *C* das centrale, *P* das periphere Ende; *O* ist der Oculomotorius, *A* der Abducens; *T* ein Stück des ersten Quintusastes, *S* der Sympathicus; *b* stellt, wie Fig. 1, die den Abducens weiter verfolgenden sympathischen Fasern dar; der eine Theil der dem Oculomotorius bestimmten Fasern (*e*) geht quer zum Oculomotorius hinüber, der andere Theil hingegen zieht in *m* noch mit anderen, später dem Abducens sich anlegenden Fasern gemeinschaftlich nach vorne, um dann zum Oculomotorius hinüber zu biegen und in ihn sich einzusenken;

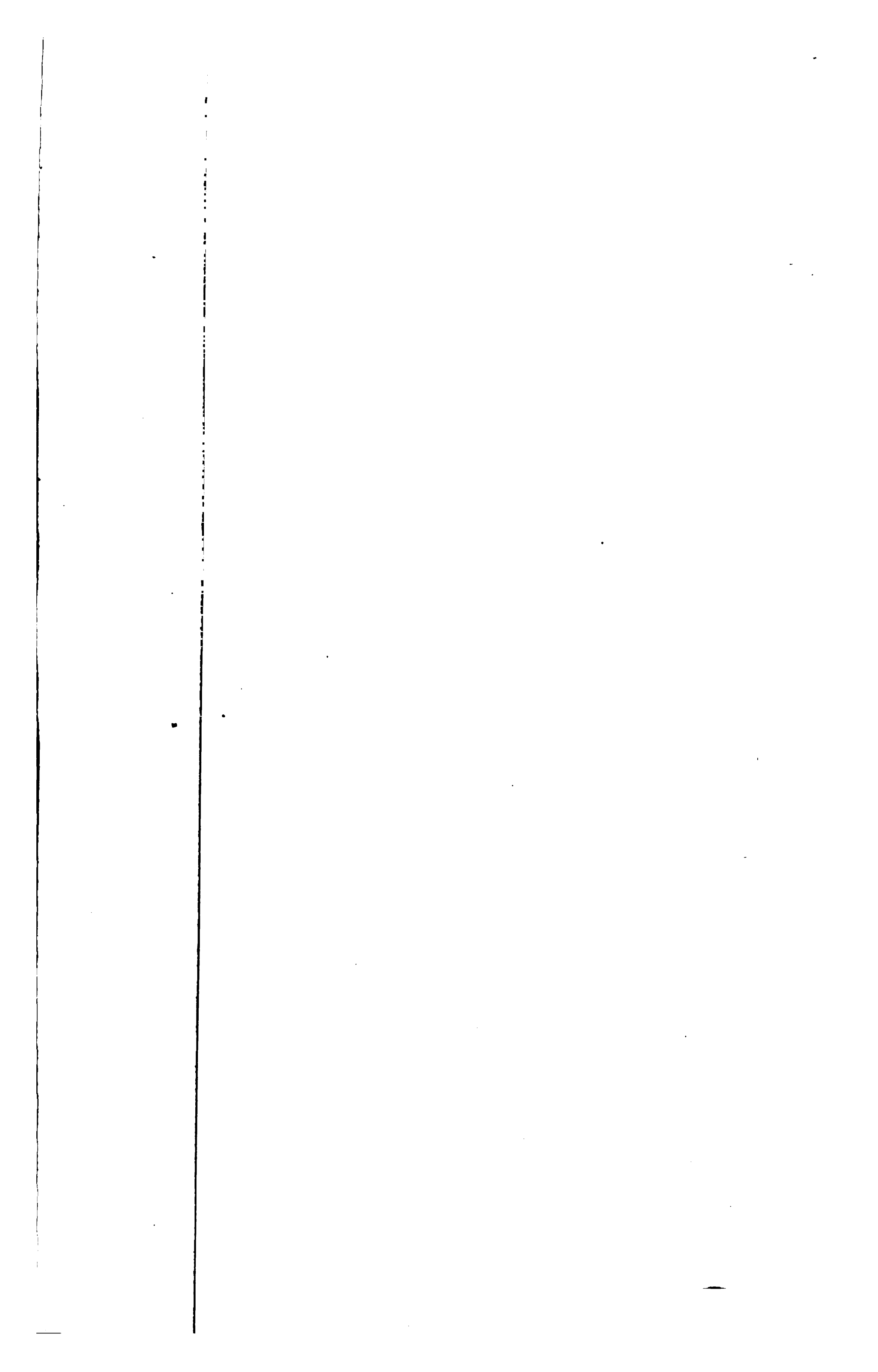
f zeigt sympathische Fasern, welche sich schon frühzeitig vom Sympathicus ablösen, um schief zum Trigeminus hinzuziehen, *g* hingegen andere Bündelchen, welche erst eine Strecke weit auf dem Abducens verlaufen, um sich erst ziemlich weit vorne zum Trigeminus hinüber zu schwingen.

Fig. 3. 1 und 2 stellen die Anastomose zwischen Trigeminus und Oculomotorius dar. Beide Präparate sind vom Menschen, ersteres von links, letzteres von rechts; *T* der Trigeminus, welcher peripherisch, nach vorne, gegen *P* hingerichtete Fasern (*o*) zum Oculomotorius *O* hinübersendet. Diese ziemlich zahlreichen, obwohl kurzen Fasern schliessen sich mehr den oberen und äusseren, dem Trigeminus zugewendeten Oculomotoriusfasern gerade an jener Stelle an, wo beide Nerven mit einander in nächste Berührung und zusammen in die Augehöhle treten.

Fig. 4 stellt die Anastomose zwischen Trigeminus und Abducens dar. Das Präparat zeigt die Ansicht von links und unten. *P* ist das periphere, *C* das centrale Ende der Nerven; *T* der Trigeminus, dessen zweiter Ast bei *M* abgeschnitten ist, dessen Augenast aber nach vorne zieht und in *a* die spinalen Fasern an den Abducens hinübersendet. Diese Anastomose findet sich im vordersten Berührungspunkte beider Nerven ebenfalls beim Eintritte in die Orbita; ausserdem stellt diese Zeichnung die Anastomose zwischen Sympathicus (*S*) und Trigeminus dar, und zwar sind die, die Anastomose vermittelnden Fasern in *g* dargestellt; dasselbe stellt auch Fig. 2*g* dar. Eine Verwechslung beider Anastomosen kann nicht stattfinden, indem die einen Fasern, die des Sympathicus nämlich, nach vorne zum Trigeminus, die anderen, die des Trigeminus hingegen, nach vorne zwar, aber von ihm weg zum Abducens ziehen.

Fig. 5 zeigt ein rechtsseitiges Präparat, wo der vordere, gegen die Augenhöhle (*P*) hingewendete erste Trigeminusast (1) einen Faden (*a*) zum Trochlearis (IV) nach innen und vorne sendet. In 2 und 3 sind die anderen zwei Quintusäste abgeschnitten. Der zweite anastomotische Faden *b* stellt Trigeminusfasern dar, welche nach rückwärts dem Trochlearis entlang ziehen; dieses Bündel ist die Wurzel des *N. tentorius cerebelli s. recurrens Arnoldi.*

Fig. 6 zeigt die Stelle, wo ein Ganglion *b*, im Verlaufe des *N. petrosus superficialis major* (*M*) zu finden ist. *Sp* ist das *Ganglion sphenopalatinum*; *V* der *N. vidianus*; *P* der *N. petrosus profundus*, welcher zu dem sympathischen, die Carotis umspannenden Geflechte (*S*) zieht; etwas hinter der Vereinigungsstelle beider Petrosi findet sich im spinalen Nerven ein nicht zu übersehendes Ganglion.



Untersuchungen über die Ursprünge und die Function der beschleunigenden Herznerven.

Von S. Stricker und Stud. med. Jul. Wagner.

(Mit 1 Tafel.)

Resultate.

Die beschleunigenden Herznerven verlassen das Rückenmark mit den oberen Brustnerven.

Von den oberen Brustnerven treten sie durch die *Rami communicantes* in den Brustgrenzstrang.

In dem Brustgrenzstrange ziehen sie nach aufwärts und durch das *Ganglion stellatum* in die *Ansae Vieussenii*.

In unseren Versuchen liessen sich die beschleunigenden Fasern noch im sechsten Brustganglion nachweisen. Unsere Aussage bezieht sich daher auf die sechs oberen Brustnerven.

Von dem sechsten Brustganglion nach aufwärts nahm die Zahl der beschleunigenden Fasern des Grenzstranges allmälig zu.

Die beschleunigenden Nerven liessen sich auch in der *Medulla oblongata* nachweisen.

Diese Fasern beschreiben demgemäss Schleifen; sie steigen im Rückenmarke hinunter, im Sympathicus hingegen wieder herauf.

Die beschleunigenden Herznerven haben einen natürlichen vom Rückenmarke unterhaltenen Tonus.

Die beschleunigenden und die hemmenden Herznerven interferiren im Leben; sie wirken als Antagonisten und halten sich zuweilen das Gleichgewicht.

Sind beide Nerven durchschnitten, so lässt sich ihre Interferenz auch durch Inductionsströme nachweisen.

Historisches.

I.

Die erste Angabe über die Existenz der beschleunigenden Herznerven rührt von Bezold[1] her.

Bezold hat das vom Gehirn abgetrennte Halsmark des Kaninchens elektrisch gereizt und die dabei auftretende Vermehrung der Herzschläge für eine Wirkung von Herznerven gehalten.

Nach der Meinung Bezold's sollten diese beschleunigenden (excitomotorischen) Herznerven im verlängerten Marke entspringen, durch das Rückenmark nach abwärts verlaufen, durch die Rami communicantes in die sympathischen Grenzstränge übertreten und von da aus durch die unteren Halsganglien als *Rami cardiaci* zum Herzen gelangen.

Die Versuche, durch welche diese Meinung gestützt wurde, waren grösstentheils so angestellt, dass der intacte Sympathicus gereizt und die entsprechende Frequenz controlirt wurde.

Nur in zwei Versuchen[2] hat Bezold den Sympathicus in der Brusthöhle durchschnitten und das obere Ende gereizt, ohne jedoch dieses Ende seiner Beziehungen zum Rückenmarke beraubt zu haben.

Wir heben diese Daten aus den Mittheilungen Bezold's besonders hervor, weil wir Resultate erhalten haben, welche seiner Hypothese über den Verlauf der Accelerantes sehr günstig sind, wenngleich es uns nicht gelungen ist, sie durch dieselben Methoden zu stützen, durch welche sie Bezold am Kaninchen begründet zu haben angab.

Die Behauptungen von Bezold sind jedoch bald darauf durch die Versuche von Ludwig und Thiry[3] theilweise erschüttert worden.

Während Bezold glaubte, die Blutdrucksteigerung, welche sich an die Markreizung knüpft, sei eine Folge der vermehrten

---

[1] Untersuchungen über die Innervation des Herzens, 2 Bände, 1863 und 1864.

[2] Innervation des Herzens, 3. Abthlg., 68. und 80. Versuch.

[3] Sitzb. d. k. Akad. der Wissensch. 1864.

Herzarbeit, haben Ludwig und Thiry gezeigt, dass sie ganz unabhängig von Herznerven erfolge.

Ob aber die gesteigerte Pulsfrequenz bei der Halsmarkreizung nicht, wenigstens theilweise, dennoch von Herznerven abhänge, war damit nicht ausgeschlossen.

Bezold[1] hat auch bald darauf mitgetheilt, dass es ihm gelungen sei, durch Reizung des durch zwei Querschnitte isolirten Halsmarkes eine Frequenzvermehrung ohne Drucksteigerung hervorzurufen.

Anderseits haben die Brüder Cyon[2] beim Kaninchen erst die *Nervis planchnici* durchschnitten und dann das Rückenmark gereizt, und auch dann soll eine Frequenzzunahme ohne Drucksteigerung erfolgt sein.

Bezold und die Brüder Cyon haben auch nähere Angaben über den Verlauf der Accelerantes des Kaninchens gemacht.

Bezold[3] fand dieselben in zwei Wurzeln des *Ganglion stellatum*, die er *Radix longa* und *Radix brevis* nannte. Die Brüder Cyon[4] anderseits fanden Acceleration des Herzschlages nach Reizung verschiedener sympathischer *Nervi cardiaci*.

Schmiedeberg[5] hat ferner die Entdeckung gemacht, dass am atropinisirten Frosche Vagusreizung die Pulsfrequenz beschleunige. Eine gleiche Angabe machte Rutherford[6] und nach ihm Schiff[7] für den Hund.

Schiff gibt auch an, dass accelerirende Herznerven aus dem Vagus in den *Laryngeus superior* übertreten und durch eine Anastomose dieses Nerven in den *Laryngeus inferior* und von da zum Herzen gelangen.

Alle diese Fasern, glaubt er, stammen aus dem *Nervus accossorius Willisii* her.

---

1 Untersuchungen aus dem physiolog. Laborat. in Würzburg, 1867.

2 Die Innervation des Herzens vom Rückenmarke aus. Du Bois und Reichert's Archiv. 1867.

3 L. c.

4 L. c.

5 Arbeiten aus der physiolog. Anstalt zu Leipzig. 1870.

6 Citirt nach Schmiedeberg.

7 Altes und Neues über Herznerven. Moleschott's Unters. XI. Bd.

Endlich hat Schiff auch bei Reizung gewisser Stellen des Grosshirns eine Beschleunigung des Pulses beobachtet.

Mit diesen Angaben schien aber die Frage nach der Existenz accelerirender Herznerven noch nicht sicher beantwortet.

Knoll[1] hat bei Reizung des undurchschnittenen Halsmarkes des Kaninchens keine Beschleunigung der Pulsfrequenz gefunden. Bei Reizung des durchschnittenen Halsmarkes hat sich ihm wohl eine Vermehrung ergeben, aber diese Vermehrung betrug nie mehr, als die Verminderung in Folge der Halsmarksdurchschneidung. Knoll schloss also, dass die accelerirenden Fasern die Pulsfrequenz nur um so viel heben können, um wie viel man sie vorher herabgedrückt hat. Knoll gab überdies der Meinung Raum, dass diese Nerven dadurch wirken, dass sie den Zustand der Gefässe des Herzens ändern, und implicite, dass diese Herznerven eigentlich Gefässnerven des Herzens seien.

Gegen die Angaben von Bezold behauptete Schiff[2] ferner, dass man durch Reizung des zweimal durchschnittenen Halsmarkes nach der Methode Bezold's keine erhebliche Änderung der Pulsfrequenz erhalten könne.

Einen sehr wesentlichen Fortschritt verdanken wir den Untersuchungen C. Ludwig's und Schmiedeberg's.[3] Diese Untersuchungen haben ergeben, dass man beim Hunde durch Reizung der *Ansa Vieussenii* eine Beschleunigung der Pulse erzielen kann, und damit hat eigentlich die methodische Forschung über accelerirende Herznerven begonnen; denn nach Reizung der genannten Ansa ist die Acceleration eine so distincte, dass man diese Erscheinung in eine Reihe setzen darf mit der Verlangsamung des Pulses durch Reizung eines peripheren Vagusstumpfes.

Böhm[4] hat die Existenz analoger accelerirender Nerven bei der Katze nachgewiesen.

---

[1] Sitb. d. k. Akad. d. Wissensch. 66. B.

[2] L. c.

[3] Arbeiten aus der physiolog. Anstalt zu Leipzig. 1871.

[4] Arch. f. exper. Pathol. IV. B.

II.

Bezold[1] hat auch die Frage in Angriff genommen, wie sich die accelerirenden Herznerven zu den hemmenden verhalten? Seine diesbezüglichen Versuche ergaben Folgendes:

„Es bedarf unter übrigens gleichen Umständen einer stärkeren Vagusreizung, um bei thätiger Medulla dieselbe absolute Verminderung der Pulszahl zu erzeugen, als bei durchschnittenem, ruhendem Halsmarke, wo der excitomotorische Einfluss des Gehirns auf das Herz wegfällt."

Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch Knoll,[2] indem er die Erfolge der Vagusreizung durch eine gleichzeitige Halsmarkreizung herabzusetzen im Stande war.

Ausserdem hat Böhm[3] Interferenzversuche bei der Katze angestellt und gefunden, dass bei gleichzeitiger Reizung des Accelerans mit maximalen und des Vagus mit minimalen Stromstärken die Frequenz eine grössere war, als bei einer entsprechenden alleinigen Vagusreizung.

Bowditsch[4] hat in einer Reihe solcher Versuche keine eindeutigen Resultate erlangt.

Endlich hat Baxt[5] unter C. Ludwig's Leitung die Interferenz zwischen Vagus und Accelerans in einer umfassenden Untersuchung geprüft und ist zu dem Resultate gelangt, dass der Vagus im Zustande seiner Erregung das Herz ganz unempfindlich mache für die Impulse, die ihm durch Reizung des *Nervus accelerans* zugeführt werden.

Diese Ansicht von Baxt ist auch heute noch anerkannt und hat erst vor Kurzem Tschiriew[6] auf dieselbe einige Erklärungen basirt über die Beziehung von Pulsfrequenz und Blutdruck.

---

[1] Innervation des Herzens, 3. Abthlg.

[2] L. c.

[3] L. c.

[4] Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig. 1872.

[5] Ibid. 1875.

[6] Du Bois' Archiv. 1877.

III.

Auch über die Frage, ob es einen natürlichen Accelerans-Tonus gebe, gehen die Meinungen auseinander.

Bezold hat einen solchen Tonus angenommen, und auch Ludwig und Thiry haben beobachtet, dass die Pulsfrequenz nach Zerstörung aller Herznerven sinke.

Die Brüder Cyon widersprechen jedoch dem, indem sie angeben, dass nach Zerstörung der Herznerven die Pulsfrequenz nicht sinke, die Accelerantes also keinen Tonus besitzen.

Tschiriew tritt wieder für die Annahme eines natürlichen Accelerans-Tonus ein.

Untersuchung.

A. Die accelerirenden Fasern in der *Ansa Vieussenii* des Hundes stammen aus dem Sympathicus; sie gelangen in denselben durch eine Reihe von *Rami communicantes* der Brustnerven und verlaufen in ihnen nach aufwärts durch das *Ganglion stellatum* in die Ansa.

Um sich von dem hier angegebenen Verlaufe zu überzeugen, muss man den Grenzstrang in der Brusthöhle von allen seinen Beziehungen zum Rückenmarke trennen.

Wir haben dies so ausgeführt, dass wir den Thorax rechterseits ausgiebig eröffnet, den Grenzstrang etwa an der siebenten Rippe durchschnitten, und dann nach aufwärts so frei präparirt haben, dass man ihn wie eine Schnur aufheben konnte.

So hatten wir also den Brustsympathicus als Continuität der Ansa ohne jede anderweitige directe Beziehung zum Rückenmarke vor uns.

Reizt man einen dermassen frei präparirten Grenzstrang etwa vom sechsten Brustganglion angefangen an verschiedenen Stellen nach aufwärts bis an das *Ganglion stellatum*, so ergibt es sich, dass der Reiz von einer um so grösseren Acceleration begleitet wird, je mehr man sich dem *Ganglion stellatum* nähert.

Welche Umstände es sind, die das Gelingen des Versuches nur bei frei präparirtem Bruststrange möglich machen, können wir nicht genügend darthun. Wahrscheinlich kommt hier die

Pulsverlangsamung in Betracht, welche sich in Folge dieser Präparation einstellt.

So lange der Bruststrang bis in die Ansa hinein intact bleibt, ist auch die Pulsfrequenz bei durchschnittenen Vagis sehr gross. In manchen Versuchen haben sich dabei zumeist Frequenzen von 4·0 bis 4·4 pro Secunde ergeben. Die Maxima, welche wir aber durch Reizung der durchschnittenen Accelerantes erzielt haben, betrugen nur 5·2. Ein grosser Erfolg ist also von der Reizung des nicht durchschnittenen Nerven gar nicht zu erwarten.

Es mag ja sein, dass man zuweilen durch Reizung der Accelerantes die Frequenz nicht höher hinauftreiben könne, als sie vor der Durchschneidung dieser Fasern war, wie dies Knoll in Bezug auf das Halsmark behauptet.

Ob der mangelhafte Erfolg noch durch andere Umstände bedingt war, können wir aus Mangel an Kenntnissen nicht unterscheiden.

Wir behaupten übrigens auch nicht, dass die Reizung des nicht lospräparirten Sympathicus gar keinen Effect habe. Wir können nur sagen, dass in unseren Versuchen die Effecte nicht genügend waren, um daraus die Existenz accelerirender Fasern zu erschliessen.

Ganz anders, wenn der Grenzstrang frei präparirt ist. Wir haben hier in den besten Fällen durch Reizung des Sympathicus eine Beschleunigung von nahe 100 Perc. bekommen, in den schlechtesten Fällen näherungsweise 40 Perc.

Diese Schwankungen in den Leistungen der Ansa sind vielleicht in der wechselnden Vertheilung der Nervenfasern zwischen der rechten und linken Seite begründet.

Es ist schon früher bemerkt worden, dass wir in der Regel auf der rechten Seite des Thieres operirt haben. Die Ursache hiefür war, dass wir in einigen Fällen vom Accelerans der linken Seite nur ganz unbedeutende Beschleunigung erzielen konnten, die Accelerantes der rechten Seite aber immer deutlich ausgeprägt waren. Da wir indessen einmal auch von der Ansa der linken Seite einen ebenso grossen Effect bekommen haben, wie von jener der rechten, müssen wir annehmen, dass die Vertheilung der beschleunigenden Fasern nicht immer dieselbe sei, dass zwar in

der Regel, aber nicht immer, die überwiegende Majorität rechts vorkomme.

Die Thatsache, dass die Reizung des sympathischen Grenzstranges eine um so grössere Pulsbeschleunigung zur Folge hatte, je mehr wir uns bei gleich starken Strömen dem *Ganglion stellatum* näherten, lässt folgende Deutungen zu:

1. Der Brustgrenzstrang enthält überhaupt keine Accelerantes; die accelerirende Wirkung ist nur eine Folge von Stromschleifen, welche auf die Ansa hinüberkriechen. Je weiter wir uns mit den Elektroden von der Ansa entfernen, um so schwächer wurden die Schleifen, und daher die geringere Wirkung.

Diesen Fall haben wir vollständig sicher ausgeschlossen. Wir haben nach je einer erfolgreichen Reizung im Verlaufe des Bruststranges denselben oberhalb der Reizstelle abgeschnürt und gefunden, dass nunmehr dieselbe Reizstelle unwirksam war, während die nächst höhere über der Ligatur sich als wirksam erwies.

Wir haben einen analogen Versuch mit gleich starken Strömen unmittelbar am *Ganglion stellatum* und mit dem gleichen Erfolge ausgeführt.

2. Die nach oben zunehmende Acceleranswirkung des Bruststranges kann also nur dadurch bewirkt sein, dass die Zahl der Fasern oder die Wirksamkeit derselben nach oben zunimmt.

Den zweiten Theil dieser Alternative werden wir weiter nicht discutiren, zumal er nach allen bisherigen Erfahrungen gar nicht in Betracht kommt.

Wir werden also nur den ersten Theil abhandeln, den Fall nämlich, dass die accelerirenden Fasern im Bruststrange von unten nach oben an Zahl zunehmen. Nunmehr sind noch zwei Fälle möglich:

1. Die accelerirenden Fasern des Sympathicus entspringen in seinen Ganglien.

2. Die accelerirenden Fasern kommen aus dem Rückenmarke und dringen durch die Rami communicantes in den Grenzstrang.

Beide Fälle sind gleich gut geeignet, die Zunahme der Zahl der Fasern nach oben hin zu erklären. Die Entscheidung in dieser Alternative wird uns der folgende Absatz bringen.

B. Die Accelerantes haben einen natürlichen Tonus, welcher vom Rückenmarke aus unterhalten wird. Durchschneidung der Ansae oder der *Rami communicantes* der oberen Hälfte des Brustgrenzstranges hat eine Velangsamung des Pulses zur Folge.

Wir wollen zur Erläuterung dieses Satzes aus den im Anhange mitgetheilten Protokollen, und zwar aus Serie A, Nr. 6, folgende Zahlen herausheben:

Pulsfrequenz vor der Nervendurchschneidung: 2·4.

Pulsfrequenz nach Durchschneidung der Vago-Sympathici: 4·4.

Zwei Minuten später beide Ansae durchschnitten: Pulsfrequenz unmittelbar darnach 3·5, dann 3·3, dann 3, sieben Minuten nach der Durchschneidung 2·8, welche Frequenz noch in weiteren acht Minuten eingehalten wird.

Es ergibt sich aus diesen Zahlen, dass wir nach Durchschneidung sowohl der Hemmungs- wie Beschleunigungsnerven eine Pulsfrequenz hatten, die nur wenig grösser war, als die vor der Durchschneidung der Vagi, nämlich 2·8 zu 2·4.

Es ergibt sich anderseits, dass die Beschleunigung nach Durchschneidung der Vagi im Wesentlichen eine Acceleranswirkung ist, die zweifellos durch einen vom Rückenmarke ausgehenden Tonus bedingt wird.

Diesen Erfahrungen gemäss haben an dem in Rede stehenden Versuchsthiere Hemmungs- und Beschleunigungsfasern sich näherungsweise die Wage gehalten und hat das Herz unter der Einwirkung beider nur um ein Geringes weniger frequent geschlagen, als zur Zeit, da es von seinen motorischen Centren allein abhängig war.

Wir haben nach der eben angegebenen Methode im Ganzen nur drei Versuche angestellt. Aber alle drei stimmten in ihren Resultaten vollkommen überein.

Da wir überdies analoge Resultate, nämlich Verlangsamung des Pulses nach Durchschneidung der Accelerantes bei schon durchschnittenen Vagis auch bei einigen anderen Versuchsanordnungen beobachtet haben; da sich ferner gleiche Erfahrungen auch in den Versuchen von Bezold, Ludwig und Thiry

und auch Tschiriew ergeben haben, so glaubten wir die Sache mit den drei ad hoc angestellten Versuchen genügend sichergestellt.

Wir haben endlich auch drei Versuche derart angestellt, dass die Accelerantes bei intacten Vagis durchschnitten wurden.

Bei zwei von diesen drei Versuchen war die Verlangsamung nach Durchschneidung deutlich ausgeprägt. In einem Versuche hingegen trat die Verlangsamung nicht ein. Es waren in diesem Falle die Pulse schon bei intacten Accelerantes ziemlich langsam (1·4—1·6).

Bei den übereinstimmenden Resultaten aller anderen Versuche glauben wir dem einen abweichenden Falle kein Gewicht beilegen zu müssen.

Es scheint uns aber wichtig, von demselben Notiz zu nehmen, da er uns darthut, dass der Accelerans-Tonus nicht immer nachweisbar sein müsse.

Die Existenz eines vom Rückenmarke abhängigen Accelerans-Tonus implicirt den Beweis vom Ursprung dieser Nerven aus dem Rückenmarke, womit der pag. 9 aufgestellten Behauptung Genüge geleistet ist.

Die näheren Details der Versuche finden sich in den Protokollen Serie A, Nr. 1 bis inclus. 9. Nr. 1 dieser Versuche enthält auch Angaben über eine erfolglose Reizung der Wurzeln des Ganglion stellatum.

Da auch Schmiedeberg und Schiff die gleichen Angaben machen, und auch Böhm bei der Katze in fünf Fällen nur zweimal positive Resultate erhalten hat, haben wir dieser Angelegenheit keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt.

C. Die accelerirenden Fasern sind schon im Halsmarke nachzuweisen.

Die Versuche zum Nachweise der Existenz accelerirender Fasern im Halsmarke haben wir, wie folgt, variirt: Wir haben erstens das Halsmark gereizt und die Frequenz bestimmt; dann das Thier zur Ruhe kommen lassen, dann die Accelerantes durchschnitten und das Rückenmark abermals gereizt.

Es ergab sich bei beiden Reizungen eine Frequenzvermehrung; aber diese Vermehrung trat wesentlich später ein nach der Entfernung der *Ganglia stellata* als vor derselben.

Wir müssen daraus schliessen, dass die Frequenzvermehrung, welche mit Reizung des Rückenmarkes eintritt, eine doppelte Begründung habe: einmal, weil die Accelerantes gereizt werden und dann, weil der Blutdruck steigt, und diese Steigerung an und für sich eine Frequenzvermehrung im Gefolge hat.

Ob diese secundäre Frequenzvermehrung eine Folge der Reizung peripherer Accelerans-Enden im Herzen sei, wie dies Tschiriew annimmt, lassen wir unerörtert. Dass sie aber vom Blutdrucke bedingt sei, wird desswegen wahrscheinlich, weil sie immer erst auftrat, wenn der Blutdruck schon eine ziemliche Höhe erreicht hatte.

Die Protocolle, Serie B, geben über die entsprechenden Versuche näheren Aufschluss. Dieser Serie ist ferner eine Tabelle beigegeben, in welcher der zeitliche Eintritt der Frequenzvermehrung bei Reizung des Rückenmarkes vor und nach Durchschneidung der Ansa übersichtlich zusammengestellt ist.

D. Die Hemmungs- und Beschleunigungsfasern des Herzens beeinflussen einander gegenseitig sowohl während ihrer normalen Erregung von den Centren aus, als auch in Folge künstlicher Reizungen.

Wir haben auf diese Angelegenheit die grösste Aufmerksamkeit gewendet, zumal wir hier in die Nothwendigkeit versetzt werden, den auf so gründliche Versuche gestützten Behauptungen von Baxt zu widersprechen.

Wir wollen, da es in diesem Falle wichtig ist, dem Leser einen Einblick in die Methodik unserer Versuche zu gestatten, etwas nähere Angaben machen.

Wir sind zu unseren Resultaten auf Grundlage von Versuchen an einer grösseren Anzahl von Hunden gelangt, von welchen wir sechzehn Fälle in den angefügten Protocollen mittheilen.

Wir haben zu diesen Versuchen ferner die grössten Thiere benützt, deren wir habhaft werden konnten, und so beziehen sich denn unsere Angaben auf Exemplare von etwa 25 Kilo Körpergewicht, und andere bis herunter zu etwa 10 Kilo.

In allen Fällen wurden die Thiere mässig curaresirt und mit vorgewärmter Luft geathmet.

Ferner sind alle unsere Versuche an der rechten Ansa ausgeführt worden, zu welcher wir durch eine Resection der zweiten Rippe gelangt sind.

Der eine von uns (Wagner) hat die Präparation ausgeführt, worin er vom stud. med. Gustav Gärtner unterstützt wurde, wofür ihm hiemit bestens gedankt wird; der andere trat erst mit Beginn der Schreibung in den Versuch ein, um so mit frischen Kräften alle Details der Schreibung zu dirigiren und zu beobachten.

Die Schreibungen wurden alle mit einer Fick'schen Hohlfeder auf der berussten Trommel ausgeführt.

Mit jeder Schreibung wurde auch durch die Unterbrechungsuhr die Zeit in Secunden verzeichnet, und zwar immer unmittelbar über oder unter den Pulsen und bei Verschiebung der Trommel für jede Pulsreihe gesondert.

Da wir mit zwei Reizschlüsseln, nämlich einem für den Vagus, dem andern für den Accelerans, arbeiten mussten, so war es nicht opportun, das Einbrechen der Ströme direct verzeichnen zu lassen, hingegen hat derjenige von uns, der die Schreibung controlirte, die Sache immer so eingerichtet, dass er mit der linken Hand einen Schlüssel eingelegt und mit der rechten Hand sofort das Zeichen in die Pulse hineingeschrieben hat.

Ferner haben wir der Ermüdung der Vagi besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Wir haben in verschiedenen Versuchen geprüft, wie sich diese Ermüdung unseren sonstigen Einrichtungen gegenüber verhält, und darnach unsere Massnahmen getroffen.

Wir haben dabei gefunden, dass die ersten Schreibungen immer die verlässlichsten sind.

Wir haben ferner zu Beginn der Versuche den zu verwendenden Vagus durch eine bis zwei Secunden mit einem sehr schwachen Inductionsstrome erregt, um die Beziehungen seiner hemmenden Wirkung zu unseren Reizvorrichtungen zu prüfen. Sobald nach dem Einbrechen des Stromes die ersten zwei Pulse geschrieben waren, brachen wir die Reizung ab, und richteten darnach die Stromstärke so ein, um eine auffällige Verlangsamung, aber keinen Herzstillstand, zu erzeugen.

Nachdem wir solchermassen durch ganz kurz dauernde Reizungen über die Leistungen der Vagi orientirt waren, liessen wir sie einige Minuten ausruhen.

Unsere Schreibungen hatten folgenden Verlauf: *a*, ohne jede Reizung; darauf folgte *b*, nach einigen Secunden Reizung des Accelerans und dann brach *c*, in der Regel um die fünfzehnte Secunde der Acceleransreizung die Vagusreizung mit ein; die gleichzeitige Reizung dauerte fünf bis zehn Secunden, dann wurde *d*, nach einer Rast von einer bis zu zehn Minuten eine Schreibung wieder ohne jede Reizung gemacht, der *e*, eine letzte Schreibung folgte, bei welcher der Vagus allein gereizt wurde.

Wollten wir alle Schreibungen, die wir überhaupt ausgeführt haben, an einander reihen, so würde sich eine beträchtliche Minorität von Fällen ergeben, in welchen eine Interferenz zwischen Vagus und Accelerans nicht nachweisbar ist, und zwar sprechen diese Fälle bald im Sinne Baxt's, dass nämlich die Vagusreizung die Acceleranswirkung aufhebt, bald wieder so, dass die nachträgliche Vagusreizung eine noch geringere Hemmung zur Folge hatte als die gemeinschaftliche Reizung, mitunter gar keine Hemmung mehr bewirkte. Die letztgenannten Fälle lehren bezüglich der Interferenz gar nichts, sie zeigen uns nur, dass wir entweder bei der gemeinschaftlichen Reizung den Vagus ermüdet haben, oder aber, dass bei der nachträglichen alleinigen Vagusreizung irgend welche uns unbekannte Fehler unterlaufen haben, wie etwa, dass die Reizträger nicht gut lagen u. dgl.

Fälle, in welchen die Vagusreizung mit und ohne Acceleransreizung gleich intensiv wirkte, waren sehr selten und beweisen gegen die Interferenz im günstigsten Falle nur soviel, dass sie bei einzelnen Versuchen nicht erweislich ist. Das Wesen an der Sache ist, dass sie in der weitaus überwiegenden Zahl von Fällen unzweideutig vorhanden war.

Was uns aber vollends bestimmt hat, die Interferenz als erwiesen anzusehen, waren die folgenden Momente: Ein sorgfältigeres Studium der Launen der Vagi hat uns gezeigt, dass uns die ersten Reizungen niemals im Stiche gelassen haben, und die folgenden nur dann, wenn die Vagi an der entsprechenden Stelle für bestimmte Stromstärken ermüdet waren, ein

Ereigniss, welches bei manchen Thieren sehr bald, bei anderen erst spät eintrat.

Wir haben die Vagusreizung in die Acceleransreizung meist in der fünfzehnten Secunde einbrechen lassen, weil die letztere nur allmälig wirkt, weil die Acceleration in den ersten Secunden kaum merklich ist und erst gegen die fünfte Secunde und darüber hinaus, zuweilen noch später, zur vollen Geltung gelangt.

Da anderseits die Vaguswirkung mit dem Einbrechen des Stromes eine maximale ist und bald nach dem Maximum absinkt, so hat es sich auch aus diesem Grunde nicht empfohlen, die Initialstadien beider Reizeffecte auf einander zu legen, wobei dann die Maxima des Vaguseffectes auf eine fast Nullwirkung des Accelerans fallen. Bei unserer Anordnung konnten wir beide Nerven in ihren maximalen Wirkungen auf einander beobachten.

Wir haben ferner die alleinige Vagusreizung der Doppelreizung in der Regel nachgeschickt, weil, wenn die zweimalige Reizung einen Fehler involvirt, dieser Fehler zu Ungunsten unserer Behauptung in Rechnung kommt. Im Übrigen haben wir den Nerven in vielen Fällen zur Genüge erholen lassen, weil wir ja das Bestreben hatten, beide Reizungen unter möglichst gleichen Bedingungen auszuführen.

Über das Zahlenverhältniss werden die angefügten Tabellen Serie *C* und die Pulscurven auf der beigegebenen Tafel (Nr. 1 und Nr. 2) genügend Aufschluss geben.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, wie es komme, dass die sorgfältig angestellten und umfassenden Versuche von Baxt dennoch bezüglich der Interferenz andere Ergebnisse zu Tage gefördert haben, als unsere Versuche, so lautet die Antwort, wie folgt: Die Zahlen, welche Baxt in seinen Tabellen publicirt hat, stimmen mit den unsrigen so gut überein, als es überhaupt bei derartigen Versuchen gewünscht werden kann. Auch die Baxt'schen Zahlen sprechen gleich den unsrigen unzweifelhaft dafür, dass Vagus und Accelerans sich gegenseitig beeinflussen. Der Unterschied in der Meinung über die Resultate liegt nur in der Leseart der Zahlen, wie wir dies durch die folgende Erörterung darthun wollen.

Baxt hat zwei Reihen von Versuchen angestellt. In der ersten wurde der *Nervus accelerans* durch je zwölf, der Vagus durch je vier Secunden gereizt.

Die Vagusreizung fiel anfangs mit der 0.—4. Secunde der Acceleransreizung zusammen, dann mit der 4.—8., dann mit der 8.—12., endlich mit der 0.—4. Secunde nach der Acceleransreizung und zuweilen noch mit der 4.—8. Secunde nach der Reizung.

Bei der anderen Versuchsreihe wurden Accelerans und Vagus je sechs Secunden und zwar gleichzeitig gereizt.

Aus den Zahlen, die diese beiden Versuchsreihen ergaben, wurde ein Mittel gezogen; es wurden die Pulsfrequenzen in den ersten zwei Secunden sämmtlicher alleiniger Vagusreizungen mit denen in den ersten zwei Secunden sämmtlicher Vagoacceleransreizungen verglichen; die ersteren ergaben im Mittel die Zahl von 0·93 Schlägen, die letzteren 1·07 Pulse in zwei Secunden. Diese Zahlen hat Baxt für näherungsweise übereinstimmend gehalten, wogegen sich auch in der That nichts einwenden lässt.

Baxt hat hier aber das Mittel aus Versuchen gezogen, die unter verschiedenen Interferenzbedingungen angestellt worden sind. Da, wo nämlich die Vagusreizung auf den Beginn der Acceleransreizung fällt, ist, wie oben dargethan wurde, der Accelerans unter ungünstigere Bedingungen gesetzt, als der Vagus. Die Interferenz kann erst da gemessen werden, wo beide Nerven sich in voller Wirkung befinden, was für den Accelerans im Beginne der Reizung nicht gilt.

Diesen Stadien entsprechend, sind die Zahlen Baxt's mit den unsrigen ziemlich conform, wie sich das aus der folgenden Zusammenstellung der Baxt'schen Versuche ergibt:

Interferenzversuch *A*.

Zeit in Secunden..	0—4	4—8	8—12	12—16	12—16	8—12	4—8	0—4
Frequenz bei Vagoacceleransreizung	5·45	7·80	8·40	4·65	7·70	7·70	5·75	1·85
Frequenz b. Vagusreizung	4·65	4·80	4·70	0·80	0·80	0·90	0·80	1·70
Differenz.........	0·80	3·00	3·70	3·85	6·90	6·80	4·95	0·15

Interferenzversuch *B*.

Zeit in Secunden ..	0—4	4—8	8—12	12—16	16—20	16 - 20	12—16	8—12	4—8	0—4
Frequenz bei Vagoacceleransreizung.	1·55	1·85	2·20	3·15	2·45	3·35	3·60	2·40	2·00	1·40
Frequenz b. Vagusreizung	1·05	0·95	1·30	0·80	1·20	1·70	1·25	1·10	0·85	1·15
Differenz	0·50	0·90	0·90	2·35	1·25	1·65	2·35	1·30	1·15	0·25

In der obersten Columne ist angegeben, in der wie vielten Secunde seit Beginn der Acceleransreizung die Vagusreizung einfiel. In der zweiten Zeile stehen die Frequenzen, die sich bei 8, resp. 10 an demselben Versuchsthiere vorgenommenen Vagoacceleransreizungen ergaben. In der dritten Zeile finden sich die Pulszahlen der zu jeder Vagoacceleransreizung gehörenden und ihr vorangehenden Vagusreizung. In der untersten Reihe stehen die Differenzen zwischen den Pulszahlen während je vier Secunden von Vagoaccelerans- und alleiniger Vagusreizung.

Die Zahlen sind den beiden Versuchen entnommen, die Baxt in der oben citirten Abhandlung unter dem Titel Interferenzversuch *A* und *B* veröffentlicht hat.

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass die Frequenz bei alleiniger Vagusreizung geringer war, als bei gleichzeitiger Acceleransreizung. Es zeigt sich aber weiter, dass die Differenz im Grossen und Ganzen am geringsten ist bei der Vagusreizung in der 0.—4. Secunde der Acceleranswirkung, dagegen am bedeutendsten in der 12.—16. Secunde, was mit unseren Behauptungen übereinstimmt.

Mittheilung der Versuchs-Protokolle.

a) Allgemeine Bemerkungen.

1. Alle Versuche sind an grossen, mässig curarisirten und mit vorgewärmter Luft ventilirten Hunden ausgeführt worden.
2. Alle Frequenzen wurden mit der Fick'schen Hohlfeder, die Zeiten immer unmittelbar daran auf der gerussten Trommel geschrieben.
3. Alle Zählungen wurden für je fünf Secunden vorgenommen und die Frequenzen pro Secunde berechnet.
4. Wo in den Protokollen Zahlen neben- oder untereinander stehen, bedeuten sie immer Frequenzen in unmittelbar aufeinander folgenden Zeiten von je fünf Secunden.
5. Wo in den Protokollen „Reizung" angegeben ist und Zahlen daneben stehen, bedeuten diese Zahlen immer die Frequenzen während der Reizung, und hat die letztere sovielmal fünf Secunden gedauert, als Zahlen angeschrieben sind.
6. Wo es nicht von besonderem Belange ist, haben wir keine anderen Zeitangaben gemacht.

   Hingegen ist durch das Wort „Pause" und die angefügte Zahl angedeutet, dass wir gewartet haben, bis die Frequenz wieder diese angefügte Zahl erreicht hat.
7. Wenn wir von maximalen Strömen oder Intensitäten sprechen, so meinen wir die Maxima unserer Anordnung, das ist bei ganz übereinander geschobenen Rollen.

Da wir kein anderes Mass anzugeben vermögen, mag wenigstens angeführt werden, dass unsere Rollen 100 Mm. lang sind, und dass wir bei Abständen von 120 Mm. von einem empfindlichen Vagus aus kaum mehr eine Hemmungswirkung erzielen konnten.

Serie *A*.

1. Versuch.

Vagi durchschnitten. Die Wurzeln des *Ganglion stellatum* rechts, sowie dessen Fortsetzung in den Brustgrenzstrang so präparirt und durchschnitten, dass die peripheren Stumpfe isolirt gereizt werden konnten.

Pulsfrequenz 2·4.

Reizung des Grenzstrangstumpfes mit unseren maximalen Strömen: 3·0, 4·4. Pause: 2·4. Reizung der oberen Wurzeln des *Ganglion stellatum* ohne wahrnehmbaren Erfolg.

Reizung des Grenzstrangstumpfes bei 50 Mm. Rollenabstand: 3·2, 4·2. Pause: 2·5. Reizung der Ansa mit denselben Stromintensitäten: 3·0, 4·2.

2. Versuch.

Vagi durchschnitten. Sympathicus an dem siebenten Brustganglion durchschnitten und von da bis an die Ansa frei präparirt. Frequenz: 2·8.

Reizung mit unseren maximalen Strömen.

a) Am siebenten Brustganglion (freies Ende des Stumpfes): 2·8, 3·0, 2·9.
a, Pause: 2·8.
b) am *Ganglion stellatum*: 3·3, 4·2, 4·4.
b, Pause: 2·8,
c) am vierten Brustganglion: 3·0, 3·6, 3·6,
c, Pause: 2·7.
d) am fünften Brustganglion: 2·8, 3·1, 3·3,
Pause: 26.
e) am sechsten Brustganglion: 2·8, 3·0, 3·2,
e, Pause: 2‘6,
f) am zweiten Ganglion: 3·0, 4·4, 4·4,
f, Pause: 2·6,
Strom abgeschwächt auf 80 Mm. Rollenabstand,
g) am dritten Brustganglion: 3·1, 4·1, 4·3,
g, Pause: 2·6
h) am vierten Ganglion: 2·8, 3·4, 3·6.

3. Versuch.

Dieselben Vorbereitungen wie in Versuch 2.
Pulsfrequenz: 2·8.

Reizung bei 80 Mm. Rollenabstand.

a) Am Ganglion stellatum: 4·0, 4·8,
Pause: 3·0,
b) am sechsten Brustganglion: 3·0, 3·0, 3·2,
Pause: 2·8,

c) am fünften Ganglion: 3·3, 3·7, 3·8,
Pause: 2·8,

d) am vierten Ganglion: 3·2, 4·0, 4·0,
Pause: 3·0,

e) am dritten Ganglion: 3·8, 4·4, mit maximalen Intensitäten,

f) am vierten Ganglion: 3·4, 3·6, 4·0.

g) Nun wird der Sympathicus unterhalb des Ganglion stellatum abgeschnürt und die Reizung wie in *f* wiederholt: 2·9, 2·9, 2·9.

h) Bei 40 Mm. Abstand hart unter der Ligatur: 2·9, 3·1, 3·0, 2·9,

i) hart oberhalb der Ligatur am Ganglion stellatum: 3·8, 4·6, 4·6.

4. Versuch. Vorbereitung wie in 3. Frequenz vor Durchschneidung des Sympathicus 4·4.

Nach der Durchschneidung und Prolirung vom fünften Brustganglion bis zur Ansa 3·1.

Variation der Versuche zur Erkennung der Stromschleifenwirkung mit gleichen Erfolgen wie in 3.

5. Versuch.

Intacte Vagi. Frequenz: 2·6, 2·8.

Links das Ganglion stellatum exstirpirt und rechts den Sympathicus am vierten Brustganglion durchschnitten; der letztere bis an die Ansa frei präparirt.

Frequenz einige Minuten später: 1·8, 1·9, Reizung des Sympathicus-Stumpfes am freien Ende mit maximalen Strömen: 2·6, 2·4, 2·5[1]

unmitelbar nach der Reizung steigt die Frequenz auf 3·4.

Den Versuch noch einmal mit demselben Erfolge wiederholt. Beide Vagi durchschnitten,

Frequenz 2·0. Einige Minuten Später: 2·4.

6. Versuch. Intacte Vagi: 2·4.

Vagi durchschnitten: 4, 44.

Zwei Minuten später beide Ansae durchschnitten: 3·5

---

[1] Hier ist die Wirkung der Acceleransreizung durch das Vorhandensein der Vagi verkleinert worden, hingegen hat sich eine deutliche Nachwirkung der Acceleransreizung ergeben.

Sieben Minuten später: 2·8,
Vierzehn „ „ : 2·8.
Temperatur im Rectum 38·3°.

7. Versuch. Intacte Vagi.
Frequenz 3·7, 3·5.
Beide Ansae durchschnitten.
Eine Minute später: 2·8,
fünfzehn Minuten später: 2·4, 2·3.
Temperatur im Rectum: 40·1.
Beide Vagi durchschnitten: 2·6.
Einige Minuten später: 2·4, 2·3.

8. Versuch. Intacte Vagi: 3·4, 3·6.
Beide Vagi durchschnitten: 3·6, 3·8.
„ Ansae „ : 3·3, 3·1, 3·0.
Zwei Minuten später: 2·6, 2·4.

9. Versuch. Ansa rechts durchschnitten, Hemmungsfasern durch Atropin gelähmt: 3·4. Reizung des peripheren Stumpfes des Vagus (rechts): 4·0. Reizung der Ansa (rechts): 3·6, 4·2.

Serie *B*.

1. Frequenz: 3·0.

Splanchnici durchschnitten, Atropin bis zur vollständigen Lähmung der Hemmungsfasern.

Frequenz: 4·6.

Einige Minuten später: 4·2.

Reizung des Halsmarkes mit maximalen Strömen: 4·6 4·9, 5·0 (beträchtliche Drucksteigerung).

Pause: 4·0, 4·4.

Neue Reizung mit analogem Erfolge.

Rechts die Ansa durchschnitten:

Nach einigen Minuten: 2·6.

Reizung der Ansa 0 Mm. Rollenabstand: 4, 4·4, 4·8, 4·7.

Es wurden noch fünf Versuche mit analogen Resultaten ausgeführt.

7. Versuch. Vagi durchschnitten. Elektroden in's Halsmark gestossen: 3·9.

a) Reizung des Halsmarkes bei 40 Mm. Rollenabstand: 4·0, 4·0, 4·5, 4·5,

Pause: 3·2.

Reizung noch zweimal mit demselben Erfolge wiederholt.

Beide Ansae durchschnitten: 2·2.

b) Reizung des Halsmarkes mit 0 Mm. Rollenabstand: 2·2, 2·2, 2·2, 2·4, 2·8, 3·4, 3·7, 3·5,

Pause: 1·9.

Reizung wiederholt mit gleichem Erfolge.

Noch fünf Versuche unter gleichen Bedingungen mit gleichen Erfolgen ausgeführt,

13. Versuch. Vagi durchschnitten. Elektroden ins Halsmark gebracht 3·6.

a) Reizung des Halsmarkes bei einem Rollenabstande von 40 Mm.: 4·4, 4·5, 4·4.

Ansae beiderseits durchschnitten.

Pause: 2·9.

b) Reizung des Halsmarkes wie früher bei 30 Mm. Rollenabstand: 2·8, 2·8, 3·0, 3·8, 4·0.

Brustmark am zweiten Brustwirbel und Splanchnici oberhalb des Zwerchfelles durchschnitten.

c) Reizung des Halsmarkes wie früher, Druck und Frequenzen unverändert.

Tabellarischer Nachweis

über den zeitlichen Eintritt der Frequenzzunahme bei Reizung des nicht durchschnittenen Halsmarkes vor und nach Durchschneidung der *Ansa Vieussenii*. Auch hier gibt jede Zahl die Frequenz pro Secunde, aus fünf Secunden berechnet, und ist sovielmal 5 Secunden gereizt worden, als Zahlen nebeneinander stehen. Die fett und durchschossen gesetzten Zahlen deuten den Beginn der Beschleunigung an.

a) **Bei unversehrten Herznerven.**

Nummer des Versuches	Nummer der Reizung	Frequenz vor der Reizung	Frequenz während der Reizung pro Secunde
I.	1.	4·2	**4·6**, 4·9, 5·0.
	2.	4·0--4·4	**4·7**, 4·8, 4·9, 5·0.
II.	1.	4·8	4·7, **4·9**, 5·2, 5·0, 4·9.
	2.	4·5	**4·8**, 5·2, 5·4, 5·2.
	3.	4·5	**4·7**. 5·0, 5·1, 5·1, 5·0, 5·0.
	4.	4·6	4·6. **4·9**, 4·9. 5·0.
	5.	4·1	**4·3**, 4·3, 4·6, 4·9, 4·7. 5·0, 4·7, 4·8.
III.	1.	3·7—3·9	**4·5**. 4·8, 4·9,
	2.	4·2	**4·5**, 4·6. 4·8, 4·9, 4·9.
	3.	3·7	**4·0**, 4·6, 4·8, 4·8.
IV.	1.	3·4	3·4, **4·3**, 4·6, 4·6, 4·6.
	2.	3·6	**4·5**, 4·7, 4·8, 4·6.
	3.	3·4	**3·7**, 4·6, 4·6, 4·7.
V.	1.	3·6	**4·6**, 4·9, 5·1, 5·2.
	2.	3·2	**3·3**, 3·5, 3·8.
VI.	1.	2·2	**3·4**. 4·4, 4·4, 4·5.
	2.	2·8	**3·0**, 3·7, 3·9, 4·0. 4·0.
VII.	1,	3.9	**4·0**, 4·0, 4·5, 4·5.
	2.	3·2	**3·4**, 4·0, 4·2, 4·4, 4·4, 4·5, 4·5, 4·6.
	3.	3·6	**4·0**, ?, ?, 4·2.
IX.	1.	3·6	**3·8**, 3·7, 4·0, 4·2, 4·0.
	2.	3·4	**3·6**, 3·8, 3·8, 3·8, 3·8, 4·0, 4·0, 4·0.
X.	1.	4·1	**4·4**, 4·4 4·4, 4·5.
XII.	1.	3·2	**3·5**, 4·4, 4·1, 4·3, 4·3.
XIII.	1.	3·6	**4·4**, 4·5, 4·4.

b) **Bei zerstörten Herznerven.**

Nummer des Versuches	Nummer der Reizung	Frequenz vor der Reizung	Frequenz während der Reizung
VII.	4.	2·2	2·2, 2·2, 2·2. **2·4**, 2·8, 3·4, 3·7, 3·5.
	5.	1·9	1·8, 1·9, 1·9, 1·9, **2·1**, 2·6, 3·4.
VIII.	1.	2·5	2·4, 2·3, 2·4. 2·4, 2·5, **2·6**, 2·8.
	2.	2·0	2·0, 2·0, 2·0, **2·1**, 2·1, 2·3. 2·3, 2·4, 2·6, 2·5, 2·6.
IX.	3.	2·7	2·7, 2·7, **2·8**, 2·9, 2·9, 3·2, 3·2, 3·4, 3·6, 3·4, 3·6.
X.	2.	3·2	3·2, 3·2, **3·4**, 3·7, 4·1.
	3.	3·3	3·3, 3·3, **3·4**, 3·6, 3·8, 4·3, 4·1, 4·1.
XI.	1.	3·4	3·4, **3·6**, 3·6, 3·6. 3·9, 4·1.
	2.	3·7	3·6, 3·6, **3·8**, 4·2, 4·0.
XII.	2.	2·8	**2·9**, 2·9. 3·4, 3·7, 3·9.
XIII.	2.	2·9	2·8, 2·8, **3·0**, 3·8, 4·0.

Serie *C.*

1. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung.	2·8	2·5	2·4	2·0
Frequenz während der Acceleransreizung	3·3	3·0	3·0	2·2
	4·1	4·0	3·6	3·0
	4·4	4·0	—	3·1
	—	—	—	3·0
und der daran geschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·1	0·9	0·9	1·8
	—	—	1·1	—
Pause von Minuten	2	1½	1½	1
Frequenz vor der Reizung	2·4	2·6	2·5	2·2
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	1·1	0·9	0·8	0·7
	—	—	1·5	—

2. Versuch.

Nummer der Beobachtung	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung	3·2	3·0	3·3	2·8
Frequenz während der Acceleransreizung	3·6	3·8	3·9	4·0
	4·0	4·	4·0	4·0
	4·8	4·6	4·6	4·8
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung	3·7	3·0	3·2	2·8
	4·2	3·8	3·6	3·4
Pause von Minuten	2½	2	2½	1
Frequenz vor der Reizung	3·0	3·0	3·0	3·0
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung	1·3	1·2	1·3	1·4

3. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Frequenz vor der Reizung.	2·4	2·4	2·4	2·4	2·5	2·2	2·4	2·3
Frequenz während der Acceleransreizung	3·1	3·2	3·0	3·2	2·7	2·5	2·6	2·6
	4·3	4·2	4·2	4·1	3·6	3·5	3·4	3·1
	4·4	4·4	4·2	4·2	4·0	4·0	4·0	3·8
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·7	1·7	1·6	1·8	2·0	0·6	0·6	2·8
	3·3	2·2	2·0	3·1	3·0	1·0	1·0	3·3
Pause von Minuten.	2	3	3	3	2	2½	2	2
Frequenz vor der Reizung.	2·6	2·6	2·4	2·6	2·4	2·5	2·6	2·5
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	1·4	0·8	1·0	1·2	1·5	0·6	0·4	1·6
	—	1·2	1·4	1·6	1·9	1·0	0·9	1·9

4. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Frequenz vor der Reizung.	3·0	1·6	1·4	1·6	1·4	1·6	1·4
Frequenz während der Accelerans-reizung	2·3	1·5	1·6	1·8	2·1	2·0	2·0
	4·8	2·3	4·0	4·3	4·9	4·5	5·2
	5·2	3·9	5·2	4·9	4·8	5·1	5·2
	—	4·2	—	—	—	—	—
und der daran angeschlossenen Vago-acceleransreizung.	1·8	2·2	0·6	1·4	1·3	0·6	0·8
	2·9	2·4	2·4	2·4	1·9	2·0	2·0
Pause von Minuten.	1½	1½	2	1½	1½	2	2
Frequenz vor der Reizung.	3·6	2·7	3·2	3·5	3·4	?	3·0
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	1·0	2·0	0·3	0·6	0·2	0·3	0·0
	1·7	2·2	1·0	1·2	0·9	0·8	0·2

5. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung.	3·0	?	3·2	3·0
Frequenz während der Acceleransreizung	3·6	3·4	3·4	4·2
	4·4	4·3	4·0	4·2
	4·6	4·5	4·2	—
und der daran angeschlossenen Vagoaccelerans-reizung.	0.4	0·4	0·2	1·8
	0·2	0·2	0·0	1·4
Pause von Minuten.	2½	4½	3	2
Frequenz vor der Reizung.	3·0	3·2	0·0	2·8
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	0·0	0·4	?	0·2
	0·0	0·6	0·0	—

6. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III
Frequenz vor der Reizung.	?	3·4	3·2
Frequenz während der Acceleransreizung	?	3·8	3·8
	?	4·4	4·0
	4·2	—	—
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·4	2·2	2·6
	2·8	2·4	3·0
Pause von Minuten.	1	1½	2
Frequenz vor der Reizung.	3·6	3·4	3·4
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	0·5	0·6	0·8
	0·9	1.0	1·2

7. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV	V
Frequenz vor der Reizung.	3·3	3·2	3·2	3·1	3·0
Frequenz während der Acceleransreizung	3·6	3·7	3·6	3·4	3·5
	4·2	4·1	4·1	3·8	3·9
	4·3	—	4·2	3·9	—
und der daran angeschlossenen Vagoaccele-ransreizung.	1·4	1·4	1·5	2·2	1·6
	1·4	1·6	1·7	0·6	1·0
Pause von Minuten.	1	2½	3	3	1½
Frequenz vor der Reizung.	3·6	3·2	3·2	3·0	3·1
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	1·1	1·0	1·0	0·2	1·0
	1·7	1·1	1·2	0·4	1·0

8. und 9. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	I	II
Frequenz vor der Reizung.	2·5	2·6	3·0	2·4	2·3
Frequenz während der Acceleransreizung	3·2	3·1	3·6	3·0	2·8
	4·4	4·0	4·4	4·0	3·8
	—	4·3	4·5	—	—
	—	—	4·6	—	—
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	3·2	0·4	3·3	0·2	0·8
	—	0·6	3·1	0·4	1·0
Pause von Minuten.	5	4	2	10	10
Frequenz vor der Reizung.	2·6	2·7	3·0	2·4	2·3
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	2·2	0·0	1·8	0·0	0·2
	—	0·2	1·8	0·0	0·2

10. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung.	3·4	3·0	2·8	?
Frequenz während der Acceleransreizung	4·0	3·6	3·5	?
	4·4	4·2	4·1	?
	—	—	4·1	4·1
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	3·8	2·6	2·4	1·2
Pause von Minuten.	1	1	1	1
Frequenz vor der Reizung.	3·6	3·1	3·0	3·0
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	2·0	0·8	1·0	1·2

11. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung.	2·6	2·8	2·8	2·8
Frequenz während der Acceleransreizung	3·6	3·9	3·8	3·6
	4·6	—	4·6	4·6
	5·2	—	—	—
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·6	1·5	1·6	1·8
	2·6	—	—	2·0
Pause von Minuten.	1	4 1/2	4 1/2	6
Frequenz vor der Reizung.	4·2	2·8	2·8	3·0
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	2·6	1·2	1·2	1·2
	2·6	—	—	1·4

12. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV	V	VI
Frequenz vor der Reizung.	3·4	3·2	3·4	3·4	3·6	3·5
Frequenz während der Acceleransreizung	3·5	3·3	4·4	4·4	?	4·2
	4·0	3·9	4·4	4·8	?	4·7
	4·1	—	—	—	—	—
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	0·6	0·8	1·8	2·4	1·8	1·8
	1·7	1·6	—	3·2	2·8	4·0
Pause von Minuten.	2	2	1	2	2	2
Frequenz vor der Reizuug.	?	3·2	4·0	3·6	3·6	3·7
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	0·8	0·8	1·0	1·1	0·6	0·6
	1·2	1·4	—	0·9	0·8	0·8

13. und 14. Versuch.

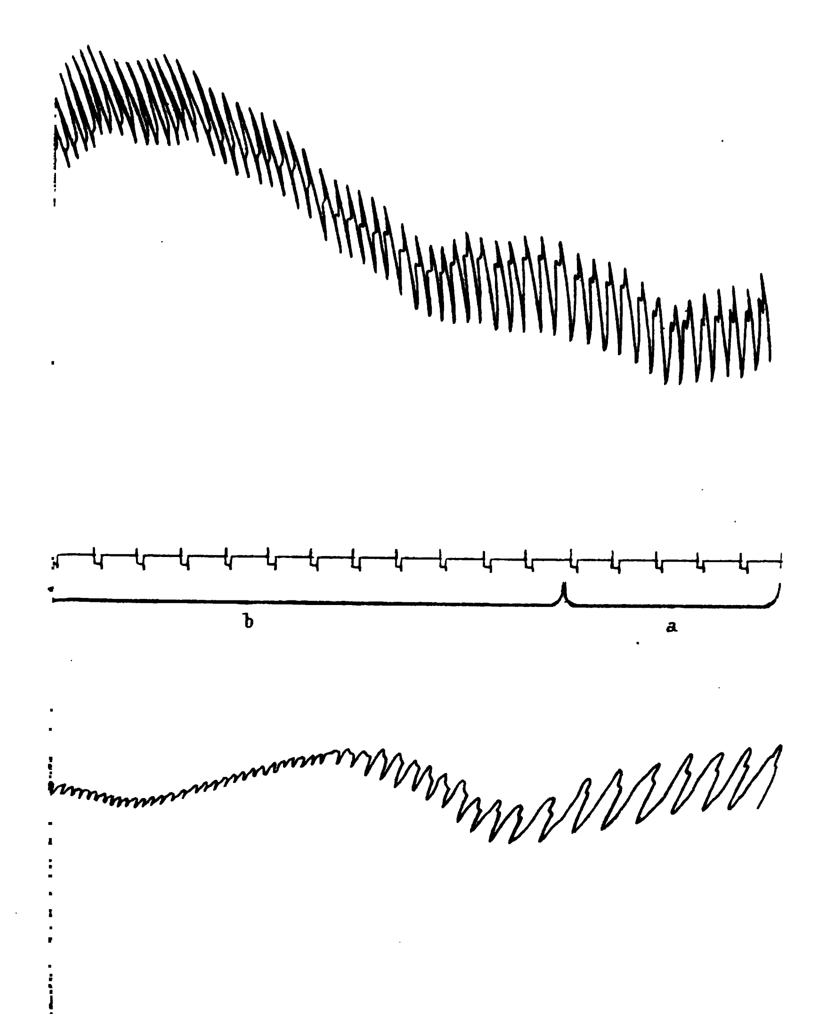
Nummer der Beobachtung.	I	II	III	I	II	III
Frequenz vor der Reizung.	2·4	2·5	2·5	3·4	?	3·2
Frequenz während der Acceleransreizung	2·8	2·6	2·5	3·6	?	3·4
	3·6	3·4	3·0	4·2	4·4	3·8
	—	3·6	3·2	—	—	—
	—	3·6	—	—	—	—
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	1·0	2·5	2·8	1·8	2·6	2·0
	—	2·3	2·8	—	—	—
Pause von Minuten.	10	2	5	2½	2	3
Frequenz vor der Reizung.	2·5	2·5	2·4	3·3	?	?
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	0·0	1·8	1·6	0·8	0·7	·4
	—	1·6	1·6	—	—	—

15. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV
Frequenz vor der Reizung.	2·6	2·8	2·7	2·6
Frequenz während der Acceleransreizung	2·9	3 ·	2 ·	2·8
	3·5	3·6	3·4	3·4
	—	3·8	3·7	3·5
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·3	1·7	0·6	1·3
Pause von Minuten.	6	5	5	5
Frequenz vor der Reizung.	2·6	2·7	2.8	2·8
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	1·7	1·8	0·2	1·2

16. Versuch.

Nummer der Beobachtung.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Frequenz vor der Reizung.	3·2	3·2	3·0	3·0	2·6	2·4	2·3
Frequenz während der Acceleransreizung	3·6	3·4	3·6	3·2	3·0	2·8	2·6
	4·4	4·0	3·8	3·9	3·4	3·2	3·1
	—	4·2	4·2	4·0	3·6	3·4	3·2
und der daran angeschlossenen Vagoacceleransreizung.	2·5	2·4	3·2	1·8	0·8	1·5	0·8
	2·1	2·2	—	1·6	0·6	1·6	0·4
Pause von Minuten.	10	10	10	10	10	5	5
Frequenz vor der Reizung.	3·2	?	3·0	3·0	2·8	2·8	2·2
Frequenz während der alleinigen Vagusreizung.	2·2	0·6	0·6	0·8	0·5	0·4	0·2
	2·5	1·0	—	0·8	0·5	0·5	0·4



b a

Druck v. Jos. Wagner Wien

Erklärung der Curven I und II.

Die obere Curve zeigt die Herzpulse, die untere gibt die Zeit an, und zwar entspricht jede Erhebung einer Secunde.

a Schreibung vor der Reizung,
b während der Acceleransreizung,
c während der Vago-Acceleransreizung,
d nach der Reizung,
e vor der Vagusreizung,
f während der alleinigen Vagusreizung,
g nach der Reizung.

Zwischen *d* und *e* liegt bei der oberen Curve eine Pause von 2, bei der unteren eine Pause von 1½ Minuten.

Die obere Curve bezieht sich auf Serie *C*, 1. Versuch, I. Reizung, die untere auf Serie *C*, 4. Versuch, IV. Reizung.

IX. SITZUNG VOM 21. MÄRZ 1878.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung des Herrn M. Waldner: „Über eigenthümliche Öffnungen in der Oberhaut der Blumenblätter von *Franciscea macrantha* Pohl“.

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung von Herrn Dr. Franz Streintz: „Über die elektromotorische Kraft von Metallen in den wässerigen Lösungen ihrer Sulfate, Nitrate und Chloride.“

Herr W. Němetz, Professor an der Oberrealschule in Elbogen, übersendet eine Abhandlung: „Über Curven zweiter Ordnung, welche einer von zwei gegebenen Curven derselben Ordnung eingeschrieben sind.“

Der Secretär Herr Prof. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die Diffusion der Kohlensäure durch Wasser und Alkohol.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Tomo XIV. Entrega 163. Febrero 15. Habana, 1877; 8⁰.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences. Tomes XXI et XXII. Paris, Lyon, 1875 bis 1876 et 1876—1877; 4⁰.

Akademie, königl. Schwedische: Öfversigt af — Förhandlingar. 34. Jahrgang, Nr. 5 & 6, und 7 & 8. Stockholm, 1877; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Bd. 92. 1, 2 & 3. Nr. 2185—6. Kiel, 1878; 4⁰.

Bureau géologique de la Suède: Les Livraisons Nr. 57—62 de la Carte géologique accompagnées de renseignements: Stafsjö af A. G. Nathorst. Stockholm, 1877; 8⁰. — „Sandhamn och Tärnskär" af A. G. Nathorst. Stockholm, 1877; 8⁰. — „Båstad" af David Hummel. Stockholm, 1877; 8⁰. — Hessleholm af Axel Lindström. Stockholm 1877; 8⁰. — Claestorp af V. Karlsson. Stockholm, 1877; 8⁰. — Om mellersta sveriges glaciala Bildningar af Otto Gumaelius. 2. Om rullstengrus. Stockholm 1876; 8⁰. — Beskrifning till Kartbladet „Huseby" (Nr. 1) af David Hummel. Stockholm, 1877; 8⁰. — Beskrifning till Kartenbladet „Ljungby" (Nr. 2) und „Vexio" (Nr. 3) af David Hummel Stockholm, 1877, 1875; 8⁰.

— Nya Fyndorter för arktiska Växtlemningar i Skåne af A. G. Nathorst. Stockholm, 1877; 8⁰. — Om en Cycadékotte från den rätiska Formationens Lager wid Tinkarp i Skåne af A. G. Nathorst. Stockholm, 1875; 8⁰. — Kemiska Bergartsanalyser af Henrik Santesson. I. Gneis, Hälleflintgneis („Eurit") och Hälleflinta. Stockholm, 1877; 8⁰. — Sur les traces les plus anciennes de l'Existence de l'Homme en Suede; par Otto Torell. Stockholm, 1876; 8⁰. — Undersökningar öfver Istiden af Otto Torell. Stockholm, 1878; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nr. 9. Paris, 1878; 4⁰.

Geological Survey of India: Memoirs. Palaeontologia Indica. Ser. II. 2. Jurassic Flora of the Rajmahal Group, in the Rajmahal Hills, by Ottokar Feistmantel, MD. Calcutta, 1877; Folio. Vol. XIII. Parts 1 & 2. Calcutta, 1877; 8⁰.

— — — Records. Vol. X. Parts 1 & 2. 1877. Calcutta; 8⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1878; 4⁰.

— — — Zeitschrift. XXX. Jahrgang, 1. u. 2. Heft. Wien, 1878; Folio.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XVII, 2., 3. u. 4.. Heft. Leipzig, 1878; 4°.

— the American of Science and Arts. Third Series. Vol. XV. — (Whole Number CXV.) Nr. 87. March 1878. New Haven, 1878; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 3e Série. Tome VIII. 435e Livraison. Mars 1878. Paris; 8°.

Nature. Vol. XVII. Nr. 437. London, 1878; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XII, Nr. 4. Torino, 1878; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrg. 1875, Nr. 4. Wien; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik. Herausgegeben von Dr. Ph. Carl. XIV. Band, 4. Heft. München, 1878; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ VIIe Année, 2e Série, Nr. 37. Paris, 1878; 4°.

Société des Ingénieurs civils. Séances du 16 Novembre du 7 et 21 Décembre 1877. Paris, 1877; 8°. — Séances du 4 Janvier, du 18 Janvier, du 1er Février, du 15 Février et du 1er Mars 1878. Paris, 1878; 8°.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. 2e Série. Tome II. 2e Cahier, Paris, Bordeaux, 1878; 8°.

— entomologique de Belgique: Annales. Tome XX. Bruxelles, Paris, Dresde, 1877; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1877. Nr. 3. Moscou, 1877; 8°.

— Nationale des sciences naturelles de Cherbourg: Memoires. Tome XX. (Deuxième Série. — Tome X.) Paris, Cherbourg, 1876—77; 8°.

Society the Asiatic ef Bengal: Journal. New Series. Vol. XLV. Nr. 267: Index, Titlepage, &'to Vol. XLV, Part II, 1876. Calcutta, 1877; 8°. — Vol. XLVI. Nr. 210. Part II, Nr. 2. 1877. Calcutta, 1877; 8°.

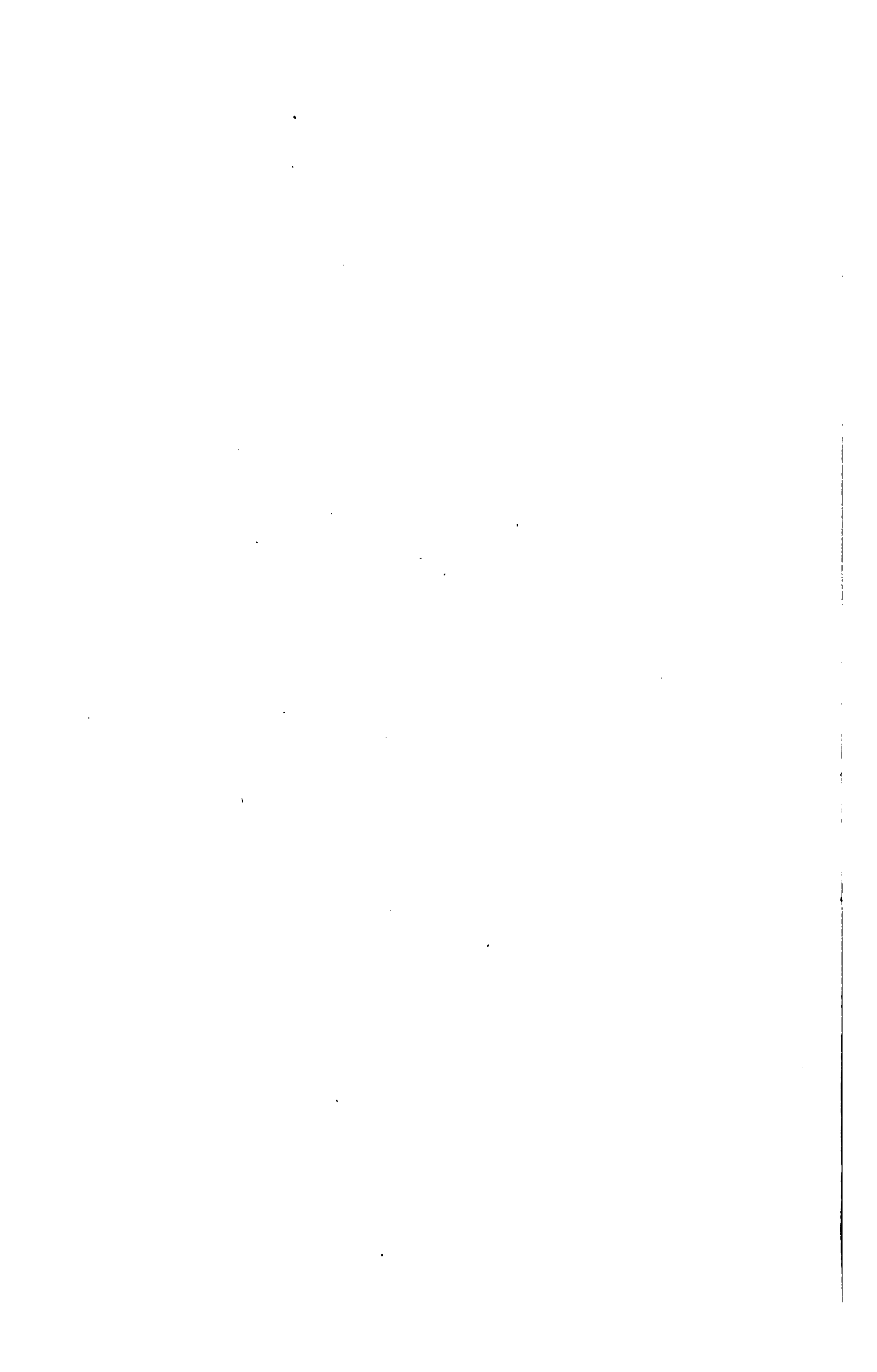
— — Proceedings. Nr. 6. June, 1877. Calcutta, 1877; 8°.

— — The Journal of the Bombay branch. Extra Number. 1877. Bombay; 8°.

Society The Royal Astronomical of London: Monthly Notices. Annual Report of the council. Vol. XXXVIII. Nr. 4. February 1878. London; 8°.

Tübingen, Universität: Universitäts-Schriften, 23 Stücke aus dem Jahre 1876.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1878; 4°.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

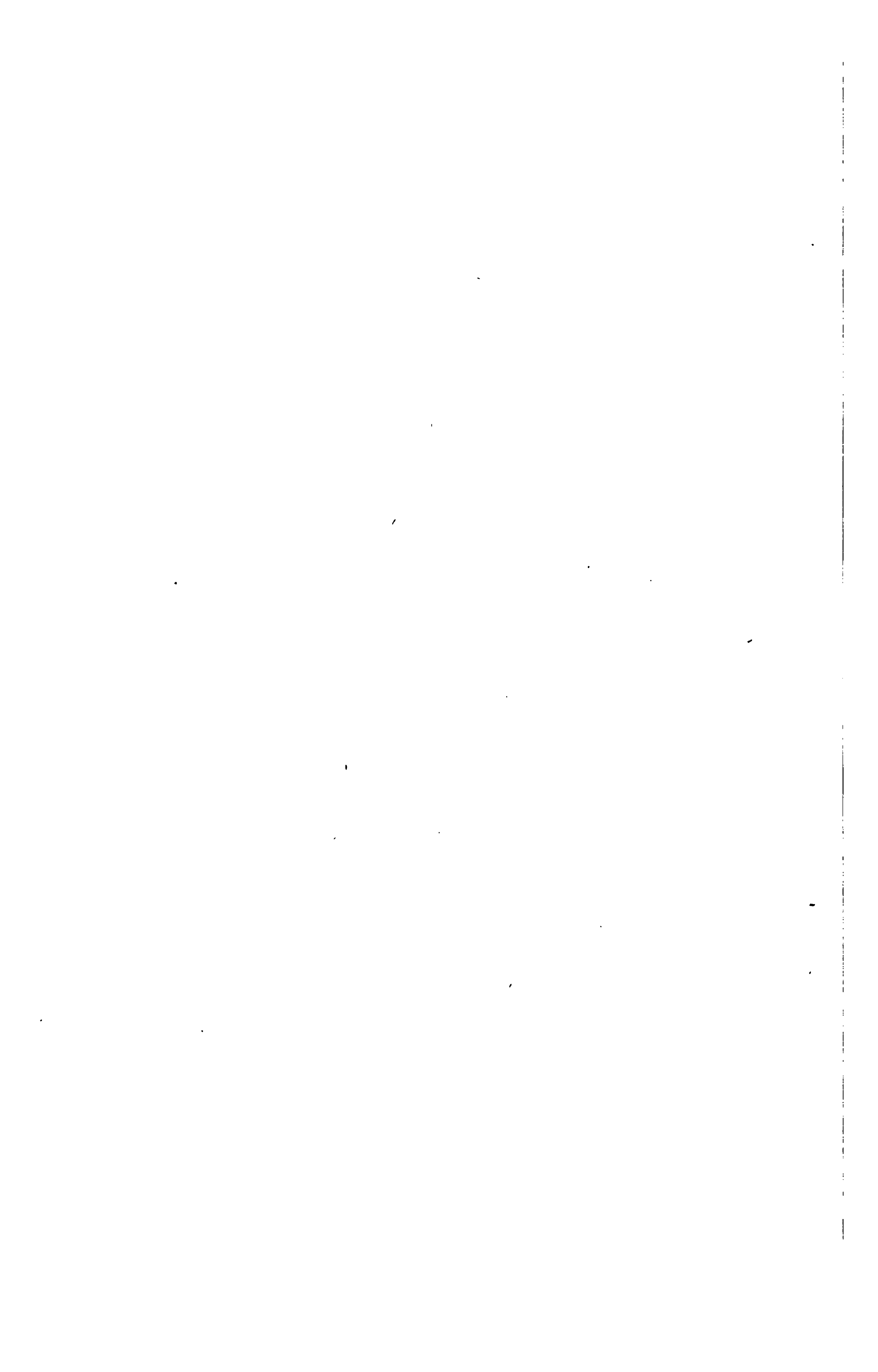
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



X. SITZUNG VOM 4. APRIL 1878.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 20. März d. J. erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes der Classe, Julius Robert v. Mayer in Heilbronn.

Das Rectorat der königl. Universität zu Pavia ladet die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zur Theilnahme an der am 28. April d. J. dort stattfindenden feierlichen Enthüllung der Statue des Physikers Alexander Volta ein.

Das w. M. Herr Dr. Fitzinger dankt für die ihm zur Durchführung seiner Untersuchungen über das Vorkommen der Fische im Erlaf- und Lunzersee gewährte Subvention.

Das w. M. Herr Hofrath R. v. Brücke übersendet zwei Arbeiten aus dem Laboratorium des pathologischen Institutes in München von Herrn Dr. H. Tappeiner, Privatdocent und Assistent dieses Instituts:

1. „Über die Einwirkung von saurem chromsauren Kali und Schwefelsäure auf Chlorsäure".
2. „Über die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Dünndarme. I. Abhandlung".

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine im dortigen botanischen Institute durchgeführte Arbeit des Herrn stud. phil. Frank Schwarz: „Über die Entstehung der Löcher und Einbuchtungen an dem Blatte von *Philodendron*".

Das c. M. Herr Regierungsrath E. Mach in Prag übersendet eine unter seiner Leitung ausgeführte Arbeit der Herren Dr. Gruss und O. Biermann: „Über die Bestimmung von Leitungswiderständen auf elektrostatischem Wege".

Das c. M. Herr Prof. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet einen Nachtrag zu der in der Classensitzung vom 8. November v. J. vorgelegten Abhandlung des Herrn Ernst Lecher:

„Über die Wärmecapacität der Mischungen aus Methylalkohol und Wasser“.

Herr Prof. C. Puschl, Capitular des Benedictiner-Stiftes Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Grundzüge der aktinischen Wärmetheorie“.

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Hochstetter überreicht eine Abhandlung des Herrn Eugen Hussak aus Graz, betitelt: „Die basaltischen Laven der Eifel“.

Das w. M. Herr Prof. Schmarda überreicht eine Abhandlung des Herrn M. J. Dietl in Innsbruck: „Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere“. I. Abtheilung. (Cephalopoden, *Tethys*.)

Das c. M. Herr Prof. Lieben überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn L. Hailinger: „Über Nitrobutylen“.

Das c. M. Herr Prof. v. Barth legt zwei Abhandlungen vor über Arbeiten, die in seinem Laboratorium ausgeführt wurden:

XIV. „Über Destillation des Elemiharzes über Zinkstaub“, von Herrn G. Ciamician.

XV. „Über Diphenole“, von den Herren L. Barth und J. Schreder.

Herr Custos Theodor Fuchs überreicht eine Arbeit unter dem Titel: „Studien über die Gliederung der jüngeren Tertiärbildungen Ober-Italiens“, gesammelt auf einer Reise im Frühlinge 1877.

Herr Dr. Joh. Woldřich, Professor am k. k. akad. Gymnasium in Wien, legt seine Arbeit „Über Caniden aus dem Diluvium“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des sciences, Arts et Belles Lettres de Dijon: Mémoires. 2[e] Série, Tome XIV. Années 1866—67. Dijon, Paris, 1868; 8⁰. Tome XV. Annèes 1868—69. Dijon, Paris, 1869; 8⁰. Tome XVI. Année 1870. Dijon, Paris, 1871; 8⁰. 3[e] Série, Tome IV[e]. Année 1877. Dijon, Paris, 1877; 8⁰.

Accademia, Reale delle Scienze di Torino: Annuario per l’anno 1877—1878. Torino, 1877; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht, December 1877. Berlin, 1878; 8°.

Annales des Mines. VIIe Série. Tome XII. 6e Livraison. de 1877. Paris, 1877; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1878; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 92; 4. Nr. 2188. Kiel, 1878; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXIe. Nr. 242. 15 Février 1878. Genève, Lausanne, Paris, 1878; 8°.

Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel: Jahresbericht für die Jahre 1874, 1875 u. 1876. IV., V. u. VI. Jahrgang. Berlin, 1878; Fol. — Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrgang 1873. Heft 1—12. Berlin, 1874; quer-4°. — Jahrgang 1874. Heft 1—12. Berlin, 1874; quer-4°. — Jahrgang 1875. Heft 1—12. Berlin, 1876; quer-4°. — Jahrgang 1876. Heft 1—12. Berlin, 1877; quer-4. — Jahrgang 1877. Einleitungsheft. Berlin, 1878; quer-4°. Heft 1 u. 2, Jänner u. Februar 1878. Berlin; quer-4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nrs. 10 et 11. Paris, 1878; 4°.

Ernst, A.: Estudios sobre las Deformaciones, Enfermedades y Enemigos del arbol de Cafe en Venezuela. Caracas, 1878; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 5. Berlin, 1878; 8°.

— k. k., der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1878, 1. Heft. Wien, 1878; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XXI (neuer Folge XI), Nr. 2. Wien, 1878; 4°.

— naturforschende in Basel: Verhandlungen. VI. Theil, 3. Heft. Basel, 1878; 8°.

— naturwissenschaftliche, Isis in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1877. Juli bis December. Dresden, 1878; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 6 & 7. Wien, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang. Nr. 11, 12 u. 13. Wien, 1878; 4°.

Giessen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1877. Giessen; 4° und 8°.

Governo, I. R. marittimo in Trieste e Reale in Fiume: Annuario marittimo per l'anno 1878. XXVIII. Annata. Trieste, 1878; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 12 u. 13. Wien, 1878; 4°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Berichte über die Thätigkeit und die Leistungen im Jahre 1876. Wien, 1877; 4°. — Jahrgang 1878. 2. Heft. Wien, 1878; 8°.

Nature. Vol. XVII. Nrs. 438 & 439. London, 1878; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1878, Nr. 5. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger. VII° Année, 2° Série, Nrs. 38 & 39. Paris, 1878; 4°

Ružička, Joh.: Bericht der allgemeinen Arbeiter-Kranken- und Invaliden-Casse in Wien. Wien; gr. 4°.

Schick, Bernhard: Duplex- u. Multiplex-Hughes-Telegraphen-Typendruck. Wien, 1878; 8°.

Società, J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVII. Nuova Serie. Nr. 1 & 2. Gorizia, 1878; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. Novembre et Décembre 1877. 3° Série. 30° année. 6° Cahier. Paris, 1877; 4°.

— entomologique de Belgique. Série 2. Nrs. 48 & 49. Bruxelles, 1878; 8°.

— Royale de Sciences de Liége: Mémoires. 2° Série. Tome VI. Bruxelles, Londres, Paris et Berlin, 1877; 4°.

Society, the American geographical: Bulletin. Nr. 5. New-York, 1877; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher: Organ. XVI. Band. Separat-Beilage zum 1. Hefte. Wien, 1878; 8°. — XVI. Band, 2. Heft. 1878. Wien; 8°.

— nassauischer für Naturkunde: Jahrbücher. Jahrgang XXIX u. XXX. Wiesbaden, 1876 & 1877; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 12 & 13. Wien, 1878; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Jahresbericht 1877/78. Wien, 1878; 8°.

XI. SITZUNG VOM 11. APRIL 1878.

Herr Prof. R. Maly in Graz dankt für die ihm zur Fortsetzung seiner physiologisch - chemischen Arbeiten gewährte Subvention.

Das w. M. Herr Dr. Franz Steindachner übersendet eine Abhandlung über neue und seltene Fische des Wiener Museums unter dem Titel: „Ichthyologische Beiträge (VI)“.

Das w. M. Herr Prof. Schmarda übermittelt eine Abhandlung des Herrn Dr. M. Dietl in Innsbruck, betitelt: „Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere. II. Abtheilung (Crustaceen)“.

Herr Prof. A. Bauer in Wien übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn J. Schuler: „Über einige Ferridcyanverbindungen“.

Der Secretär legt eine von Herrn W. Schlemüller, k. k. Oberlieutenant in Prag, eingesendete Abhandlung vor, betitelt: „Zwei Probleme der dynamischen Gastheorie“.

Herr Clemens J. Hladisch, Baumeister und Etablissementsbesitzer in Mährisch-Ostrau übermittelt einige vulkanische Gesteine vom Berge Obersko bei Loschitz in Mähren mit einem Berichte über die geognostische Beschaffenheit des Fundortes.

Das w. M. Herr Prof. Suess überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. C. Doelter in Graz, betitelt: „Die Producte des Vulkans Monte Ferru“.

Herr Prof. Suess legt ferner eine Abhandlung des Dr. A. Manzoni in Bologna vor, betitelt: „Gli Echinodermi fossili dello Schlier delle Colline di Bologna.“

Ferner legte Herr Prof. Suess eine Abhandlung des Herrn Dr. Al. Bittner vor, betitelt: „Der geologische Bau von Attika. Böotien, Lokris und Parnassis“.

Es schliesst sich an diese Abhandlung des Dr. Bittner ein Verzeichniss barometrischer Höhenmessungen, welche von seinem Begleiter, Herrn stud. F. Heger ausgeführt wurden.

Das w. M. Dr. A. Boué hält einen Vortrag „über die unterirdischen grossen Wasserläufe und Behälter und die Reinheit, sowie Durchsichtigkeit gewisser Seen“ und schliesst mit Bemerkungen „über die wahrscheinlichste vielfache Bildung der Seen überhaupt“.

Herr Hauptmann Robert v. Sterneck legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Über besondere Eigenschaften einiger astronomischer Instrumente“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 47e Année, 2e série, tome 45. Nr. 1 & 2. Bruxelles, 1878; 8°.

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Anno CCLXXV 1877/78. Serie terza. Transunti. Vol. II. Fasc. 3°. Febbraio 1878. Roma, 1878; 4°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft 14, Nr. 3—4. Februar 1878. Dresden; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 92; 5. Nr. 2189. Kiel, 1878; 4°.

Auria Luigi de: New Principles of Hydraulics. Philadelphia, 1878; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXI, Nr. 243. — 15 mars 1878. Genève; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1875. 2. Heft. Wien, 1878; 8°. — Ausweis über den auswärtigen Handel der österreichisch-ungarischen Monarchie im Sonnenjahre 1876. XXXVII. Jahrgang. Wien, 1878; gr. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nr. 12. Paris, 1878; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1878; 4°.

Gesellschaft, königliche der Wissenschaften zu Göttingen: Abhandlungen. XXII. Band vom Jahre 1877. Göttingen, 1877; 4°. — Göttingische gelehrte Anzeigen. 1877. I. und II. Band. Göttingen, 1877; 12°. — Nachrichten aus dem Jahre 1877. Göttingen, 1877; 12°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1877. 62 Stücke 4° & 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1878; 4°.

Militär-Comité, technisches und administratives: Militär-statistisches Jahrbuch für das Jahr 1874. II. Theil. Wien, 1878; 4°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIV. Band, 1878. IV. Gotha, 1878; 4°.

Moniteur scientifique du D^{teur} Quesneville: Journal mensuel. 22e Année. 3e Série. Tome VIII. 436e Livraison. Avril 1878. Paris; 4°.

Nature. Nr. 440. Vol. XVII. London, 1878; 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XXII. Jahrgang. Riga, 1877; 8°.

Observatory, the. Nr. 11 & 12. March & April 1878. London, 1878; 8°.

Oudemans, C. A. J. A. Dr.: Rede ter herdenking van den Sterfdag van Carolus Linnaeus. Amsterdam, 1878; 4°. — Linnaeana in Nederland aanwezig. Amsterdam, 1878; 4°.

Regel, E.: Tentamen Rosarum monographiae. St. Petersburg, 1877; 8°. Acta horti Petropolitani. Tomus V. Fasciculus I. St. Petersburg, 1877; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1878, Nr. 6. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIe Année, 2e Série, Nr. 40. Paris, 1878; 4°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 1mo 2do e 3a. Palermo, 1878; 4°.

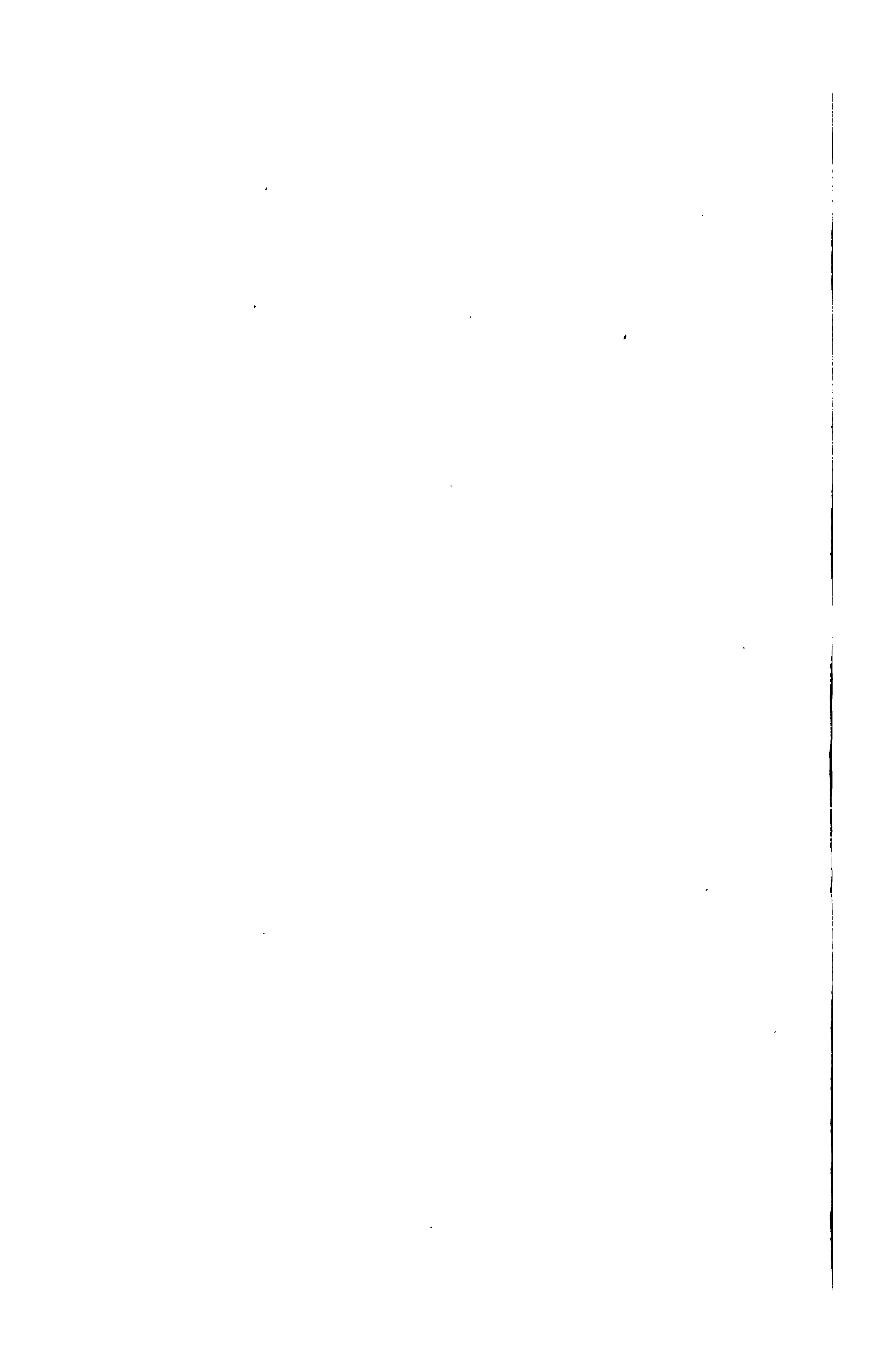
Société Linnéenne de Normandie: Bulletin. 2ᵉ série. — 4ᵉ Volume. Année 1868—69. Caen, 1870; 8⁰. Année 1869—70. — 5ᵉ Volume. Caen, 1871; 8⁰. — 6ᵉ Volume, Années 1870 —72. Caen, 1873; 8⁰. — 7ᵉ Volume. Année 1872—73. Caen, 1873; 8⁰.

— malacologique de Belgique. Procès verbaux des Séances. Tome VI. Année 1877. Bruxelles, 1877; 8⁰.

Verein der čechischen Chemiker: Listy chemické. II. Jahrgang Nr. 6 & 7. Prag, 1878; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1878; 4⁰.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Originalabhandlungen und monatliches Repertorium der Literatur. Neue Folge. 1876. Band XIII & XIV. Berlin, 1876; 8⁰. — Dritte Folge. 1877. Band I. Berlin, 1877; 8⁰.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

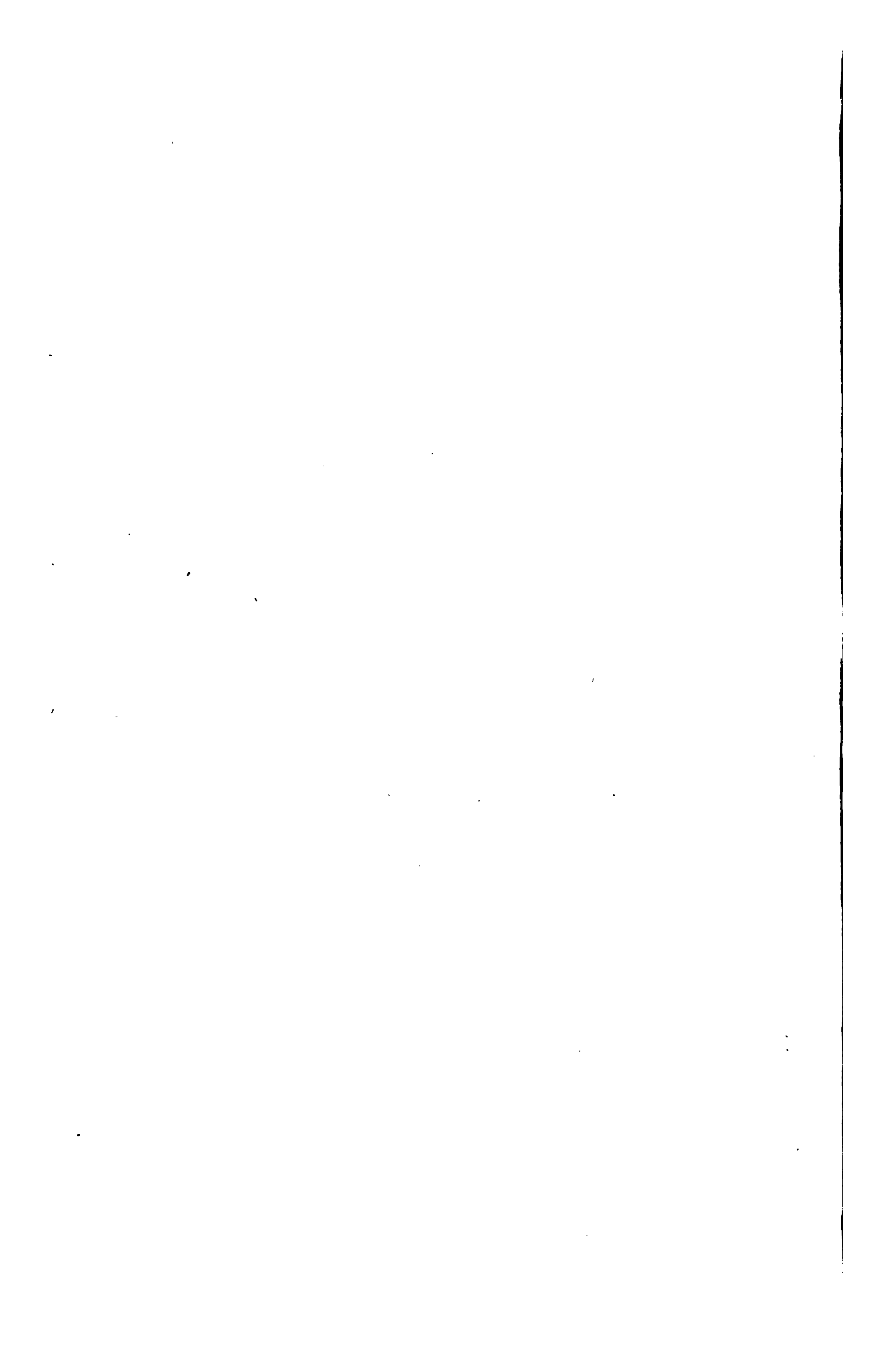
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XII. SITZUNG VOM 9. MAI 1878.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Die Directionen der k. k. Lehrer-Bildungsanstalt in Přibram, der k. k. Unterrealschule im II. Bezirk Wien und der Landes-Unterrealschule in Mährisch-Ostrau danken für die Betheilung dieser Anstalten mit akademischen Publicationen.

Ferner senden Dankschreiben das c. M. Herr Prof. Julius Wiesner für die demselben zur Weiterführung seiner Untersuchungen über den Heliotropismus, und Herr Prof. P. Weselsky für die ihm zur Vollendung mehrerer begonnener Arbeiten über Azo- und Diazophenole, über Resorcin und Orcin, ferner über Alorzinsäure bewilligte Subvention.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt zwanzig Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000).

Der naturwissenschaftliche Verein in Aussig a. d. Elbe übersendet seinen ersten Jahresbericht für die Jahre 1876 und 1877.

Das Organisations-Comité des am 29. August l. J. in Paris zu eröffnenden internationalen geologischen Congresses ladet die Mitglieder der kaiserl. Akademie zur Theilnahme an diesem Congresse ein.

Das Optische Institut J. G. Hofmann in Paris sendet eine Einladung zum Besuche dieses Instituts während der Weltausstellung und macht der Akademie die Mittheilung von der Construction zweier neuer Systeme der *Camera lucida*.

Herr Bergrath Dr. E. v. Mojsisovics in Wien übersendet die erste Lieferung seines Werkes: „Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien" mit Blatt I der zu diesem Werke mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erscheinenden geologischen Karte.

Herr Prof. Dr. A. Frič in Prag übersendet im Namen des Directions-Comité's für die Landesdurchforschung von Böhmen das von ihm verfasste Werk: „Die Reptilien und Fische der böhmischen Kreideformation".

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann übersendet das druckfertige Manuscript seines in der diesjährigen Sitzung abzuhaltenden Vortrages, unter dem Titel: „Über die Aufgaben der Meteorologie der Gegenwart".

Das w. M. Herr Dr. Franz Steindachner übersendet eine für die Denkschriften der k. Akad. bestimmte Abhandlung, unter dem Titel: „Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Nostoccolonien im Thallus der Anthoceroteen".

Das c. M. Herr Prof. v. Zepharovich in Prag sendet eine Mittheilung: „Über die Krystallformen der beiden physikalisch-isomeren Modificationen der β-Bibrompropionsäure, des Barium- und des Kupferpropionates".

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn A. Haberditzl: „Über continuirliche akustische Rotationen und deren Beziehung zum Flächenprincip."

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine von Dr. Günther Beck im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Vergleichende Anatomie der Samen von *Vicia* und *Ervum*".

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über die Einwirkung des Ammoniaks auf Isatin", von Dr. E. von Sommaruga.

Herr Professor Dr. Sigmund Mayer, erster Assistent am physiologischen Institut der Universität zu Prag, übersendet eine Mittheilung: „Bemerkungen zur Experimentalpathologie des Lungenödems".

Herr Dr. Franz Exner übersendet eine Abhandlung: „Über die Elektrolyse des Wassers."

Herr Dr. B. Igel in Wien übersendet eine Abhandlung:

„Über die simultanen Invarianten, aus denen sich die Resultante dreier ternärer quadratischer Formen zusammensetzt."

Herr Fr. Wächter übersendet eine Abhandlung: „Über das relative Volumen der Atome".

Ferner sind noch folgende Abhandlungen eingesendet worden:

1. „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden", von Herrn Prof. Michael Stossich in Triest.
2. „Über die chemische Zusammensetzung der Diastase und der Rübengallerte", von Herrn Prof. Karl Zulkowsky in Brünn.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben des Herrn V. Hugo Herrmann, diplom. Eisenhüttenmann in Schemnitz, behufs Wahrung der Priorität vor.

Herr Dr. Ernst v. Fleischl legt die vierte Abhandlung aus seiner Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung vor, unter dem speciellen Titel: „Der interpolare Elektrotonus."

Herr Hauptmann A. v. Obermayer legt eine Abhandlung des Herrn Franz Schöttner: „Über die innere Reibung des Glycerins" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Revista cientifica. Entrega 164. Tomo XIV. Marzo 15. Habana, 1878; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss. zu Berlin. Monatsbericht. Januar 1878. Berlin, 1878; 8°.

— kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. 14. Heft Nr. 5—6. Dresden, 1878; 4°.

— van Wetenschappen, koninklijke: Jaarboek voor 1876. Amsterdam; 8°.

— Verhandelingen. XVII. Deel. Amsterdam, 1877; gr. 4°.

— Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling Natuurkunde Tweede reeks. XI. Deel. Amsterdam, 1877; 8°.

— Processen-verbaal van de gewone Vergaderingen. Afdeeling Natuurkunde; van Mei 1876 tot en met April 1877; 8°. Openingsplechtigheid van de Tentoonstelling. Amsterdam, 1878; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 11—13. Wien, 1878; 4°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LXII. Theil, 1. Heft. Leipzig, 1878; 8⁰.

Astronomische Mittheilungen von Dr. R. Wolf. 45 & 46. Zürich; kl. 8⁰.

— Nachrichten. Bd. LXLII. 6., 7., 8., 9. u. 10. Heft. Nr. 2190—2194. Kiel, 1878; 4⁰.

Comité international des poids et mesures: Procès-verbaux des Séances de 1877. Paris, 1878; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nrs. 13—16. Paris, 1878; 4⁰.

Gesellschaft, Deutsche, chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 6 & 7. Berlin, 1878; 8⁰.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIX. Band, 4. Heft. October bis December. Berlin, 1877; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIII. Band, Nr. 8 & 9. Wien, 1877; 4⁰.

— k. k. zoologisch-botanische, in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1877. XXVII. Band. Wien, 1878; 8⁰.

— k. k. Mährisch-schlesische, zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn. 1877. LVII. Jahrgang. Brünn; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang, Nr. 15—18. Wien, 1878; 4⁰.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1876/77. 4⁰.

Ingenieur- & Architekten-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 15—18. Wien, 1878; 4⁰.

— — — Zeitschrift. XXX. Jahrgang, 3. & 4. Heft. Wien, 1878; gr. 4⁰.

Institut, k. k. militär-geographisches in Wien: Vorlage von 20 Blättern der neuen Specialkarte der österr.-ungarischen Monarchie.

Institut, königl. Preussisches geodätisches: Publication. Das Rheinische Dreiecksnetz. II. Heft. Berlin, 1878; gr. 4⁰.

Institute, the Anthropological of Great Britain and Ireland: The Journal. Vol. VII. Nr. 2. November 1877. London; 8⁰.

— Vol. VII. Nr. 3. February 1878. London, 1878; 8⁰.

Jaarboek: Nederlandsch meteorologisch voor 1872. XXIV. Jaargang, Tweede Deel, Utrecht, 1877; 4°. — XXVIII. Jaargang. Eerste Deel. Utrecht, 1877; 4°. — Observations météorologiques des Stations du second ordre dans les Pays-Bas. 1876. Utrecht, 1877; gr. 4°.

Jahrbuch, Berliner astronomisches für 1880 mit Ephemeriden der Planeten (1) — (172) für 1878. Berlin; 8°.

Journal, the American of Science and Arts. Vol. XV. Nr. 88. April, 1878. New Haven; 8°.

Kowalski, M.: Recherches sur la réfraction astronomique. Kasan, 1878; 8°.

Kundrat, Hanns Dr.: Die Selbstverdauungsprocesse der Magenschleimhaut. Graz, 1877; 8°.

Nature. Vol. XVII. Nrs. 441—444. London, 1878; 4°.

Observatory, the Royal Edinburgh: Astronomical Observations. Vol. XIV, for 1870—1877.

Radcliffe Observatory, Oxford: Results of the astronomical and meteorological Observations in the Year 1875. Vol. XXXV. Oxford, 1877; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik von Dr. Ph. Carl. XIV. Band, 5. & 6. Heft. München, 1878; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VII° Année, 2me Série, Nr. 41—44. Paris, 1878; 4°.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Anno XII. Ser. 2ª. Dispensa 1ª & 2ª. Modena, 1878; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXIV. 1877: Revue bibliographique E. Paris, 1878; 8°.

— Géologique de France: Bulletin. 3° Série, Tome VI°. Nr. 2. Paris, 1877 & 1878; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome VI. Nr. 3. Paris, 1878; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXVIII Nr. 3. March 1878. London; 8.

— the royal geographical of London: Proceedings. Vol. XXIV. Nr. 2. London, 1878; 8°.

— the royal of Edinburgh: Proceedings. Session 1876—77. Vol. IX. Nr. 96; 8°.

Society the royal of Edinburgh: Transactions. Vol. XXVIII. Part 1 for the Session 1876—1877; gr. 4⁰.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1876. Zwickau, 1877; 8⁰.

— Naturwissenschaftlicher, zu Magdeburg: VIII. Jahresbericht nebst Sitzungsberichten aus dem Jahre 1877. Magdeburg, 1878; 12⁰.

— Militär-wissenschaftlicher: Organ. XVI. Band. 3. Heft. Wien, 1878; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 15—18. Wien, 1878; 4⁰.

Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung.

Von Dr. **Ernst v. Fleischl,**
Privatdocenten für Physiologie und Assistenten am physiologischen Institute der Wiener Universität.

IV. Abhandlung.

Der interpolare Elektrotonus.

(Mit 1 Tafel.)

Der Frage nach dem Verhalten des Stromzuwachses im interpolaren Elektrotonus ist aus naheliegenden Gründen durch directe Versuche nicht beizukommen. Die Schwierigkeit liegt bekanntlich darin, dass der Leitungswiderstand der im Kreise des zu messenden Stromes enthaltenen Nerven für extrapolare Strecken zwar nicht in störender Weise in Betracht kommt, wohl aber für interpolare Strecken. Nach welcher von den verschiedenen sich darbietenden Methoden zur Messung der Stärke des Stromes in der interpolaren Strecke man auch verfahren möge, eine genaue Kenntniss des Leitungswiderstandes der eingeschalteten Nervenstrecke, behufs ihrer Ersetzung durch einen indifferenten Leiter von gleichem Widerstande kann keinesfalls entbehrt werden.

Ich glaube nun, durch einen eigenthümlichen Umweg in die Lage gekommen zu sein, die Frage nach dem interpolaren elektrotonischen Stromzuwachs einigermassen zu beantworten.

Einer grösseren Durchsichtigkeit der Darstellung zu Liebe werde ich mir erlauben, meine Versuche und Schlüsse in einer von dem wirklichen Gange der Untersuchung abweichenden Reihenfolge vorzubringen.

Nehmen wir an, es sei die Aufgabe gestellt, durch Versuche die Frage zu entscheiden, ob ein Nerv dem elektrischen Strome

den gleichen oder einen verschiedenen Widerstand bietet, je nachdem der Nerv vom Strome in aufsteigender oder in absteigender Richtung durchflossen wird.

Es ist bekannt, dass du Bois-Reymond diese Frage längst in dem Sinne entschieden hat, dass der Leitungswiderstand der Nerven für beide Stromrichtungen derselbe ist.

Wir aber nehmen eben an, die Frage sei noch nicht entschieden und treffen behufs ihrer experimentellen Beantwortung folgende Versuchsanordnung (Fig. 1).

Der eine Pol der secundären Spirale eines du Bois-Reymond'schen Inductionsapparates war durch einen Draht mit einer unpolarisirbaren Electrode verbunden. Auf dieser Electrode lag das eine Ende eines frisch präparirten Frosch-Ischiadicus. Das andere Ende des Nerven lag auf einer zweiten unpolarisirbaren Electrode und von dieser führte ein Draht zu dem Multiplicationsgewinde eines Galvanometers mit Spiegelablesung; das andere Ende des Gewindes war mit dem zweiten Pole der Inductionsrolle verbunden. Liess man die Unterbrechungsfeder an dem Inductionsapparat spielen, so schloss und öffnete sie den Strom in der primären Spirale eine bestimmte Anzahl von Malen in der Secunde. Es kreisten dann um den Magneten des Galvanometers in rascher Aufeinanderfolge kurze Ströme von regelmässig alternirender Richtung und gleichen absoluten Werthen ihrer Zeitintegrale für den Fall, dass der in die Leitung eingeschaltete Nerv die Electricität in beiden Richtungen mit gleichem Widerstande leitet. In diesem Falle also müssten die gleichen und entgegengesetzten Ströme am Magneten einander aufheben. Besteht jedoch ein Unterschied in dem Leitungswiderstande des Nerven für beide Stromrichtungen, so werden die Zeitintegrale der Ströme in der einen Richtung grösser sein, als die der entgegengesetzten, und es wird eine Ablenkung des Magneten im Sinne derjenigen Ströme erfolgen müssen, welche den Nerven in der Richtung, in der er besser leitet, durchfliessen.

Einige Vorversuche hatten den Zweck, festzustellen, dass meine Apparate den gemachten physikalischen Voraussetzungen entsprachen. Die Masse eines gewöhnlichen aus einem ringförmigen Magneten und einem ziemlich dicken Glasspiegel zusammengesetzten Boussolengehänges ist so beträchtlich, seine

Schwingungsdauer bei der aperiodischen Bewegung eine so grosse, dass man erwarten durfte, die sechzig bis hundert gleichen und entgegengesetzten Einzelstösse, welche das Gehänge in jeder Secunde erhielt, würden sich an ihm zu merklicher Ruhe aufheben. Ich schloss nun den Kreis, in dem sich die secundäre Rolle und das Multiplicationsgewinde befanden, ganz metallisch und fand diese Erwartung vollkommen erfüllt. Nur wenn bei geringem Rollenabstande die Intensitäten sehr gross wurden, begann der Magnet mit sehr grosser Geschwindigkeit und in sehr kleinen Amplituden zu oscilliren, und das Spiegelbild der Scala wurde zu einem lichtgrauen Streifen verwischt, in welchem kein Theilstrich und keine Ziffer mehr zu erkennen war.

War die Intensität der inducirten Ströme eine mässige, so etwa, dass sie auf der Zunge noch kein schmerzhaftes Gefühl erregten, dann blieb das Scalenbild in vollkommener Ruhe.

Nun unterbrach ich diesen metallischen Kreis an einer Stelle, und verband die beiden Enden mit unpolarisirbaren Pinselelectroden. Die beiden Pinsel tauchten in ein Gefäss, welches mit $^3/_4$procentiger Kochsalzlösung gefüllt war. Auch bei dieser Anordnung blieb das Scalenbild in Ruhe während des Spieles des Wagner'schen Hammers. Das Gleiche wurde beobachtet, wenn das Gefäss mit der Kochsalzlösung entfernt und der Raum zwischen den Pinseln durch einen Streifen durchtränkten Fliesspapiers oder durch ein Stück nassen Zwirnfadens überbrückt wurde. Das Scalenbild blieb in Ruhe, selbst wenn die Intensität so gross war, dass ein einzelner Schliessungs- oder Öffnungsinductionsstrom einen Ausschlag von zweihundert und mehr Scalentheilen hervorbrachte. Nun wurde der feuchte Zwirnfaden mit einem Stück eines frisch präparirten Froschnerven vertauscht und dieser entweder mit beiden Querschnitten oder mit zwei electromotorisch äquivalenten Punkten seiner natürlichen Oberfläche, also in unwirksamer Anordnung auf die Electroden gelegt. Da es bei richtiger Anfertigung und Verwendung der Pinselelectroden ein Leichtes ist, den Eigenstrom derselben bis auf eine unmerkliche Spur auszulöschen, so bietet auch das Auflegen des Nerven in unwirksamer Anordnung keine Schwierigkeiten. Man legt den Nerven zuerst dem Augenmasse nach symmetrisch auf die Pinsel, beobachtet die Wirkung

auf die Boussole und kann nun leicht, falls diese nicht befriedigend klein war, durch zartes Verschieben des einen Nervenendes auf dem Pinsel einen sehr hohen Grad von Unwirksamkeit der Anordnung herstellen.

Ist dies geschehen und tetanisirt man nun den Nerven mit den Wechselströmen des Inductoriums, so wird man — nicht ohne einiges Befremden — sehen, dass ein sehr starker Ausschlag am Galvanometer erfolgt; während also bei Einschaltung aller anderen Leiter erster und zweiter Ordnung in den Verlauf der Wechselströme die Summe ihrer Zeitintegrale Null ist, hat diese Summe bei Einschaltung des lebenden Nerven einen von Null verschiedenen Werth.

Für die Entscheidung der Frage, welche den Ausgangspunkt dieser Untersuchung bildete, nämlich der Frage, ob die Nerven in beiden Richtungen gleich gut leiten, hat dieses Resultat darum keinen unmittelbaren Werth, weil das Überwiegen der Ströme, die in der einen Richtung durch den Nerven gingen über die entgegengesetzt gerichteten, in einem für beide Richtungen verschiedenen Leitungsvermögen des Nerven seinen Grund allerdings haben kann, aber nicht haben muss. Freilich ist es ganz leicht, diesen letzteren Zweifel soweit aufzuklären, dass man im Hinblick auf sofort vorzutragende Gründe mit Bestimmtheit die Erklärung dieses Versuches aus einem zwiefachen Leitungsvermögen des Nerven verwirft; aber hiemit ist weder die Frage nach einem zwiefachen Leitungsvermögen der Nerven, noch die Frage nach dem Grund der Ablenkung des Magneten beantwortet.

Wäre nämlich ein präsumtives zwiefaches Leitungsvermögen des Nerven nach beiden Richtungen der Grund der Ablenkung, so müsste der Sinn der Ablenkung verkehrt werden, wenn man, alles Übrige ungeändert lassend, den Nerven auf den Pinseln umkehren würde.

Hebt man aber den Nerven von den Electroden weg und legt ihn nunmehr so auf, dass das Ende desselben, welches früher auf dem einen Pinsel lag, jetzt auf dem anderen liegt, und umgekehrt, so bemerkt man, dass dies gar keinen Einfluss auf den Ausschlag am Galvanometer hat. Ich habe auch den Nerven so auf die Electroden gelegt, dass er in Gestalt eines

Hufeisens gebogen, den einen Pinsel mit Punkten nahe seinen Enden, den anderen Pinsel mit seiner grössten Krümmung berührte. Hiebei zeigt allerdings das Galvanometer den Nervenstrom an, und man muss, eben um die starke Anordnung zu vermeiden, den Nerven nicht mit den Querschnitten dem einen Pinsel anlegen. Man kann entweder den Nervenstrom compensiren, oder einfacher die durch ihn abgelenkte Lage des Magneten als Gleichgewichtslage ansehen und nun den Nerven tetanisiren. Wäre ein für die beiden Richtungen verschiedenes Leitungsvermögen des Nerven der Grund der früher beobachteten Ablenkung gewesen, so müsste jetzt keine Ablenkung erfolgen; es erfolgt aber eine Ablenkung und zwar im selben Sinne wie früher, nur etwas stärker wegen des verminderten Gesammtwiderstandes. Die nächste Variation des Versuches bestand in der Einschaltung der Helmholtz'schen Vorrichtung am Neef'schen Hammer. Hiebei wurde nun kein Ausschlag am Galvanometer beobachtet. Dieses Ergebniss entscheidet die Frage nach dem zwiefachen Leitungsvermögen der Nerven endgiltig verneinend, und liefert zugleich einen Ausgangspunkt für die Erklärung der früheren Versuche.

Wenn man nicht der Helmholtz'schen Vorrichtung, sondern des Wagner'schen Hammers zur Herstellung der Wechselströme sich bedient, so ist bekanntlich die Curve, welche die Intensität des inducirten Stromes als Function der Zeit darstellt, eine andere für den Schliessungsinductionsstrom und eine andere für den Öffnungsinductionsstrom. Die Quadraturen dieser beiden Curven über die ganze Zeit, während welcher ein Strom besteht, sind einander aber gleich und entgegengesetzt. Von der Summe dieser Quadraturen hängt der Ausschlag am Galvanometer ab, solange beliebige Leiter im Stromkreise sind; darum bleibt auch bei unseren Vorversuchen das Scalenbild in Ruhe. Befindet sich aber ein Stück eines lebenden Nerven als Leiter im Stromkreise, so muss offenbar neben der Quadratur der Curve auch noch ihre Gestalt, vor allem die Lage und Höhe ihres Maximums für den Effect am Magneten massgebend werden. Denn macht man durch Anwendung der Helmholtz'schen Vorrichtung auch noch die Gestalten der beiden Curven einander gleich, so tritt selbst bei Einschaltung eines Nerven kein Ausschlag am Galvanometer ein.

Nun hängt aber ganz allgemein die Wirkung eines Stromes auf einen Magneten nur von dem Zeitintegral des Stromes ab, wenn die Dauer des Stromes gegen die Schwingungsdauer des Magneten klein ist, wie in unserem Falle.

Es muss sonach die Wirkung des lebenden Nerven in unserem Falle darin bestehen, dass er auf irgend eine Weise die Ungleichheit der Gestalten der beiden Curven in eine Ungleichheit ihrer von vorn herein einander gleichen Quadraturen verwandelt.

Bei der Menge der bekannten Relationen zwischen dem Nervenprincip und der Electricität liegt die Schwierigkeit weniger in der Auffindung einer Möglichkeit, wie diese Verwandlung stattfinden könnte, als in der Wahl zwischen den verschiedenen Möglichkeiten, die sich sofort darbieten.

Die Erklärungsprincipien, welche ich berücksichtigt habe, sind die folgenden:

1. Nach dem Grundsatze der Erhaltung der Energie muss mit der Erregung des Nerven durch den electrischen Strom eine Schwächung dieses Stromes stattfinden. Da nun die Schliessungs- und Öffnungsinductionsströme wegen der Verschiedenheit ihrer Intensitätscurven den Nerven verschieden stark erregen, müssen sie beim Durchgang durch den Nerven in verschiedenem Masse geschwächt werden. Es wird also durch die Einschaltung des Nerven die Gleichheit der Quadraturen der beiden Curven gestört.

2. Bei der Erregung des Nerven durch irgend ein Mittel, also auch durch Electricität, werden electromotorische Vorgänge in ihm erzeugt, die, wellenförmig an ihm ablaufend, unter dem Namen der negativen Schwankung bekannt sind, und die in ihrer Intensität von der Intensität des Reizes abhängen. Die aus jenen Vorgängen resultirenden Intensitäten sind also für die beiden Arten von Inductionsströmen verschieden und könnten eventuell, da ihre Quadraturen sich algebraisch zu denen der Inductionsströme addiren, dieselben ungleich machen.

3. Beim Durchfliessen eines electrischen Stromes durch einen Nerven wird dieser polarisirt, das heisst: es werden die für je zwei Punkte des Nerven vorhandenen Potentialunterschiede verändert. Sind irgend zwei Punkte des Nerven durch einen ab-

leitenden Bogen miteinander verbunden, so wird sich in diesem ein Polarisationsstrom (Electrotonusstrom) bemerklich machen. Seine Richtung hängt von der des polarisirenden Stromes ab, seine Stärke hängt, so viel man weiss, von sämmtlichen Bestimmungsstücken des polarisirenden Stromes ab. Die Quadraturen der Inductionsströme können also dadurch, dass die möglicherweise ungleichen Quadraturen der Polarisationsströme sich zu ihnen addiren, ungleich werden.

Bei der Betrachtung von Electrotonusströmen in der interpolaren Strecke muss man stets bedenken, dass hier der Stromzuwachs nicht so rein zu Tage treten kann, wie in extrapolaren Strecken; alle Veränderungen, welche der polarisirende Strom selbst erleidet, werden sich in die Beobachtung mit einmischen; die Summe dieser Veränderungen und überhaupt aller stationären electrischen Wirkungen, welche in der interpolaren Strecke auftreten, kann man als electrischen Strom von bestimmter Richtung und Stärke auffassen, welcher sich zu dem zwischen den abgeleiteten Stellen von vornherein circulirenden Ruhestrome des Nerven algebraisch addirt. Fasst man den Electrotonus in dieser Weise auf, als eine in einem bestimmten Nervenstücke auftretende stationäre electrische Wirkung, ausgedrückt durch einen Strom von bestimmter Richtung und Stärke, so drückt man damit einfach eine beobachtete Thatsache durch ein Wort aus, ohne die Deutung der Thatsache zu präjudiciren. Es ist dies auch die ursprüngliche Bedeutung des Wortes Electrotonus, welche ihm von dem Entdecker dieses ganzen Gebietes von Erscheinungen beigelegt wurde. Bekanntlich sind über die Ursachen des Electrotonus sehr verschiedene Vermuthungen ausgesprochen worden. Auf diese Differenzen braucht hier einstweilen nicht eingegangen zu werden, wenn wir den Worten Electrotonus und Electrotonusstrom keine andere, als die eben präcisirte Bedeutung beilegen.

Bevor ich zur Discussion dieser verschiedenen Ansichten übergehe, muss ich zwei Versuchsresultate, welche hiefür von Wichtigkeit sind, mittheilen.

a) (Fig. 1.) Befinden sich die secundäre Spirale, der Nerv und das Galvanometer in einem einzigen Kreise, und lässt man die Unterbrechungsfeder des Inductoriums spielen, so erfolgt eine

Ablenkung der Scala im Sinne der Öffnungsströme. Verwechselt man die Richtungen der Öffnungs- und Schliessungsströme im Kreise durch Vertauschen der Pole an der primären Spirale, so wird die Richtung des Ausschlages der Scala verkehrt, seine Grösse bleibt dieselbe. Der Ausschlag, den ein einzelner Öffnungsstrom hervorbringt, ist grösser als der Ausschlag, den ein einzelner Schliessungsstrom hervorbringt[1].

b) (Fig. 2.) Befinden sich die secundäre Spirale und ein Stück des Nerven in einem Kreise, ein benachbartes Stück des Nerven und das Galvanometer in einem zweiten Kreise und lässt man die Unterbrechungsfeder spielen, so wird die Scala im Sinne der Schliessungsströme abgelenkt, also im selben Sinne, wie wenn im ersten Kreise statt der Wechselströme ein constanter Strom von der Richtung der Schliessungsströme vorhanden wäre. Anders ausgedrückt heisst das: Die electrotonisirende Wirkung der Schliessungsinductionsströme ist stärker, als die der Öffnungsinductionsströme[1]. Gehen wir nun an die Kritik der oben vorgebrachten Erklärungsversuche.

ad 1. Würde bei der Reizung des Nerven durch den electrischen Strom ein Theil der Energie des Stromes direct in Nervenenergie verwandelt, so müssten die Öffnungsströme wegen ihrer stärkeren physiologischen Wirkung mehr geschwächt werden, als die Schliessungsströme, und die Ablenkung der Scala müsste bei dem Versuche *a)* im Sinne der Schliessungsströme erfolgen, während sie in Wirklichkeit im Sinne der Öffnungsströme erfolgt.

ad 2. Die Wellen der negativen Schwankung pflanzen sich bekanntlich nach beiden Richtungen von der gereizten Stelle des Nerven aus in diesem symmetrisch fort (Bernstein), und es ist demnach eine assymmetrische Wirkung derselben nicht zu erwarten; ferner wissen wir, dass die Grösse der negativen Schwankung der Grösse des ruhenden Nervenstromes proportional ist, also bei Ableitung von electromotorisch identischen Punkten gleich Null (du Bois-Reymond); ausserdem ist es gewiss, dass die Höhe der Schwankungswelle während des Ver-

[1] Siehe die Versuche im Anhang.

laufes durch den Nerven nicht stark abnimmt, ja es ist wahrscheinlich, dass sie sich gleich bleibt, während in unserem Versuche *b)* der zu beobachtende Ausschlag mit zunehmender Entfernung der abgeleiteten von der gereizten Stelle rasch abnahm; endlich ist das absolute Vorzeichen des Stromes der negativen Schwankung unabhängig von dem Vorzeichen des erregenden Stromes, während unsere Wirkung sich umkehrte, wenn die Schliessungs- und Öffnungsströme ihre Vorzeichen vertauschten.

ad 3. Die beiden bisher betrachteten Erklärungsprincipien sind also offenbar nicht anwendbar; nun kennen wir aber ausser der Erregung, der negativen Schwankung und dem Electrotonus keine Wirkung von Strömen auf Nerven, und sind also genöthigt, die uns beschäftigende Erscheinung als einen Fall des Electrotonus anzusehen. Als solcher muss sie übrigens nach der Begriffsbestimmung von Electrotonus angesehen werden. Denn sie ist eine in Folge electrischer Ströme am Nerven auftretende Veränderung, welche selbst den Charakter eines electrischen Stromes hat, das heisst, welche sich durch einen electrischen Strom ersetzen oder ausdrücken lässt. Es frägt sich nur noch, ob sie stationär ist, das heisst, ob sie mit dem erregenden Strom dauert, oder bloss im ersten Moment der Stromschliessung besteht. Bis jetzt kennen wir nur e i n e nicht stationäre electrische Wirkung des Stromes am Nerven, die negative Schwankung, welche bereits ausgeschlossen wurde; aber es kann einstweilen die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass die negative Schwankung hier noch in anderer Weise mit ins Spiel komme, wovon später noch die Rede sein wird. Meine Versuche mussten ja ihrer Natur nach mit Inductionsströmen gemacht werden, welche Momentan-Ströme sind, und also nicht geeignet um die Frage zu entscheiden, ob irgend eine Wirkung, die sie hervorbringen, ihrer Natur nach momentan ist, oder ob sie eben so lange dauert, wie der erregende Strom.

Fassen wir die ganze Erscheinung als Electrotonus auf, so folgt hier unmittelbar der Satz, dass in der interpolaren Strecke der Electrotonusstrom dem electrotonisirenden Strome entgegenfliesst.

Die Schliessungsinductionsströme machen, wie wir gesehen, einen stärkeren Electrotonus als die Öffnungsströme, darum tritt in extrapolaren Strecken zum Nervenstrome ein den Schliessungs-

schlägen gleichgerichteter Zuwachs, wenn man den Nerven mit den Strömen des du Bois-Reymond'schen Schlittens tetanisirt. In der interpolaren Strecke jedoch ist der Ausschlag des Magneten so, als hätten die Öffnungsströme die Oberhand. Da nun die Quadraturen der Schliessungs- und Öffnungsströme, welche ja bei dieser Anordnung auch den Magneten umkreisen, einander von vornherein gleich sind; da ferner die Schliessungsströme die grössere electrotonisirende Wirkung haben, und da der Gesammteffect ein Überwiegen der Öffnungsströme ist, so muss die electrotonisirende Wirkung der Schliessungsströme in einer Unterstützung der Wirkung der Öffnungsströme auf den Magneten bestehen und umgekehrt, das heisst: **die interpolaren Electrotonusströme sind den polarisirenden Strömen entgegengesetzt gerichtet**; sie stellen Verminderungen der Quadraturen der Inductionsströme dar. Auf diesen letzteren Ausdruck lege ich ein besonderes Gewicht, weil hierin eine Einschränkung liegt. Eine Unterscheidung zwischen eigentlichem Electrotonus und der „Modification" genannten Nachwirkung des Stromes ist hier aufgegeben, und unter Electrotonusstrom immer das ganze Zeitintegral des Stromzuwachses verstanden.

Der Umstand, dass die Schliessungsströme stärker electrotonisiren, die Öffnungsströme stärker erregen, hat nichts wunderbares, nicht einmal von dem Standpunkte jener Theorie aus, welche die directen Ursachen der Nervenerregung im Entstehen des Katelectrotonus und im Verschwinden des Anelectrotonus sieht. Denn jene Theorie behauptet ja nicht, dass die Grösse der Erregung dem Zeitintegral des Electrotonus proportional sei, oder überhaupt von ihm abhänge; es liegt viel näher anzunehmen, dass die verhältnismässige Geschwindigkeit der Entwicklung des Electrotonus im Nerven für den Reizeffect massgebend ist, und ferner, dass die Curve der Entwicklung des Electrotonus im Nerven in naher Beziehung steht zur Curve der Stromdichten in ihm. So würde also der scheinbare Widerspruch sich dahin auflösen, dass der Schliessungsinductions-Electrotonus zwar das grössere Zeitintegral hat, aber weniger stark erregt, wegen seiner langsameren Entwicklung im Nerven.

ANHANG.

(Versuche; Beziehung auf Theorien.)

Die im Versuche *a)* geschilderte Ablenkung der Scala beim Tetanisiren ist selbst bei Anwendung sehr mässiger Stromstärken oft so gross, dass die Scala ganz aus dem Gesichtsfelde verschwindet. Bei Einschaltung der Helmholtz'schen Vorrichtung findet entweder gar keine Ablenkung statt, oder die Ablenkung ist minimal und im verkehrten Sinne, dass heisst also, im Sinne der Schliessungsströme. Dies ist vollständig erklärlich aus dem Einflusse, den die Helmholtz'sche Unterbrechungsvorrichtung auf den zeitlichen Verlauf der beiden Inductionsströme nimmt; die Curve der Schliessungsströme wird hiebei die steilere, wenn auch der Unterschied im Ganzen nicht gross ist. Dem entsprechend habe ich meistens bei Anwendung der Helmholtz'schen Vorrichtung keinen Ausschlag bekommen. Einmal gab die Tetanisirung mit dem Wagner'schen Unterbrecher eine so grosse Ablenkung, dass die Scala, die in der Gleichgewichtslage mit dem Theilstriche 524 einstand, schon in den ersten Secunden der Reizung über 0 aus dem Gesichtsfelde geflohen war. Nun wurde die Helmholtz'sche Vorrichtung eingeschaltet, und die Scala ging von 491 auf 497. Grösser waren die mit der Helmholtz'schen Vorrichtung zu erreichenden Ausschläge, wenn solche überhaupt auftraten, nie.

Um von dem Überwiegen der Öffnungsströme über die Schliessungsströme bei der Anordnung des Versuches *a)* eine genauere Vorstellung zu gewinnen, verliess ich die Methode des Tetanisirens und mass die Wirkung einzelner Inductionsströme, welche durch den Nerven gegangen waren, auf die Boussole. Die Wirkung der Öffnungsschläge überwog die der Schliessungsschläge um 10—50%. Ich will als Beleg hiefür zwei Versuche mittheilen, welche etwa diesen Extremen entsprechen. Die vor das Zeichen des Schliessungsinductionsstromes *(S)* gesetzten Vorzeichen beziehen sich auf die Stromrichtung; der auf einen

Schliessungsstrom folgende Öffnungsstrom (Ö) ist ohne Vorzeichen gelassen, da er natürlich das entgegengesetzte von dem vorhergehenden hat.

1. Der Nerv lag mit beiden Querschnitten den Pinseln an. Seine Länge = 12 Mm.

Strom des Nerven und der Electroden = 0.

Reizung	Ablenkung
+ S	+ 67
Ö	— 73
— S	— 67
Ö	+ 73.

Ströme verstärkt

Reizung	Ablenkung
+ S	+ 95
Ö	— 105
— S	— 95
Ö	+ 106.

2. Ein anderer Nerv lag mit zwei Punkten seiner natürlichen Oberfläche möglichst symmetrisch auf.

Strom des Nerven und der Electroden = — 6 Sc.

Reizung	Ablenkung
— S	— 69
Ö	+ 126
— S	— 87
Ö	+ 130
— S	— 83
Ö	+ 138
+ S	+ 93
Ö	— 141
+ S	+ 93
Ö	— 141
+ S	+ 92
Ö	— 145.

Der Nerv wurde nun stark zwischen den Fingern gerieben, dann gewaschen und wieder über die Electroden gelegt.

Reizung	Ablenkung
— S	— 227
Ö	+ 226
— S	— 231
Ö	+ 229
+ S	+ 228
Ö	— 224
+ S	+ 222
Ö	— 225.

Er wirkte also als indifferenter Leiter.

Die Zahlen in diesem Versuche stimmen recht gut; die kleinen Unterschiede, die vorkommen, rühren von Veränderungen der Gleichgewichtslage des Magneten während der lange dauernden Schwingungen her, da dieser Versuch unter sehr ungünstigen Verhältnissen gemacht wurde. Öfters habe ich bei diesen Versuchen den Nerven zwischen den Electroden zerschnitten und die Enden wieder zusammengelegt. Dies beeinträchtigt die Erscheinungen am Galvanometer nicht wesentlich. Man kann den Nerven in mehrere Stücke schneiden und diese in beliebiger Richtung und Reihenfolge aneinanderlegen, ja man kann aus dem Nerven ein förmliches Haché bereiten, und dieses zwischen die Electroden bringen und tetanisiren; so lange noch nicht alle Theile desselben ganz abgestorben sind, wird man immer einen Ausschlag im Sinne der Öffnungsströme bekommen. Dies ist nach der im Text gegebenen Erklärung vollkommen selbstverständlich.

Über die electrotonisirende Wirkung der Inductionsströme ist in du Bois-Reymond's Untersuchungen, II. Bd., I. Abth., p. 398—424 eine ausführliche Abhandlung enthalten, die natürlich hier nicht ganz referirt werden kann. Nachdem du Bois-Reymond in dieser Abhandlung auf Grund einer Reihe von Betrachtungen und Versuchen es für wahrscheinlich erklärt hat, dass, wenn überhaupt ein Unterschied in der electrotonisirenden Wirkung von Schliessungs- und Öffnungsströmen stattfindet, dieser Unterschied zu Gunsten der ersteren sei, theilt er das Resultat seiner direct zur Feststellung dieses Punktes unternommenen Versuche mit folgenden Worten mit: „Der Erfolg lehrte,

dass noch weit über solche Stromstärken hinaus, wie wir sie zum Tetanisiren brauchen, nämlich wenn schon die Öffnungsströme als mässige Schläge im Handgelenke empfunden werden, die beiden Reihen von Strömen sich vollständig das Gleichgewicht halten. Allmälig tritt aber doch ein Unterschied zu Gunsten der Schliessungsschläge hervor, der sich bei äusserst starken Strömen zuletzt wirklich zu einem beträchtlichen Übergewicht ausbildet".

Meine eigenen Versuche über diesen Gegenstand haben mich wohl ganz im Allgemeinen zu demselben Resultate geführt, doch muss ich es als einen bemerkenswerthen Unterschied den Angaben du Bois-Reymond's gegenüber hervorheben, dass ich nicht nur bei solchen enormen Stromstärken, wie er sie anwenden musste, sondern bei allen möglichen Stromstärken, bei denen überhaupt noch ein Effect zu erwarten war, diesen im Sinne einer überwiegenden electrotonisirenden Wirkung der Schliessungsinductionsströme gefunden habe. So zum Beispiel lenkte die Differenz der Electrotonusströme die Scala noch um mehr als 50 Theilstriche im Sinne der Schliessungsströme bei folgender Anordnung ab. Im primären Kreis zwei Daniell. Rollenabstand an einem mittleren Schlittenapparat 7 Centimeter; die tetanisirenden Ströme der secundären Spirale dem Nerven durch Pinselelectroden zugeführt, dann eine 2 Mm. lange Strecke des Nerven frei, dann begannen die zum Galvanometer ableitenden Pinselelectroden dem Nerven anzuliegen. Die Scala wurde durch den Electroden- und ruhenden Nervenstrom um einen Theilstrich abgelenkt.

Diese tetanisirenden Ströme wurden bei Berührung der beiden zuführenden Pinsel mit beiden Zeigefingerspitzen nur als Kribbeln in der Haut derselben empfunden. Aber selbst bei einer Rollendistanz von 15 Centimetern, wo die Empfindung an der Haut kaum mehr wahrgenommen werden konnte, bewirkte das Überwiegen der Schliessungsströme eine Ablenkung der Scala um mehrere Theilstriche.

Dass bei allen diesen Versuchen die bekannten Controlversuche angestellt wurden, welche wegen der Ausschliessung von Fehlern durch Stromschleifen u. s. w. nothwendig sind, versteht sich von selbst. Die extrapolar electrotonisirende

Wirkung eines einzelnen Inductionsschlages ist überhaupt äusserst gering, doch habe ich auch hier zu wiederholten Malen das Überwiegen der Schliessungsströme über die Öffnungsströme mit vollkommener Deutlichkeit beobachten können. Da es sich hiebei um die Feststellung von Ablenkungen handelt, die höchstens einen ganzen Scalentheil betragen, so muss man diese Versuche in der grössten Ruhe, am besten bei Nacht, anstellen, und es darf der Magnet durchaus keinen störenden Schwankungen unterworfen sein; zugleich aber muss die Empfindlichkeit des Instrumentes auf's Äusserste getrieben sein.

Ich bin mir der mannigfaltigen Beziehungen des hier aufgestellten Satzes zu den verschiedenen nervenphysiologischen Theorien und Hypothesen wohl bewusst, finde mich aber durchaus zu keiner Erörterung aller dieser Beziehungen veranlasst, da sich sonst an meine kleine thatsächliche Mittheilung eine grosse historische Abhandlung, ja fast ein kritisches Lehrbuch der Nervenphysiologie anschliessen müsste.

Bloss zwei sich gewissermassen aufdrängende Bemerkungen können nicht wohl unterdrückt werden. Sie beziehen sich auf die Stellung der mitgetheilten Thatsachen zu den beiden wichtigsten Hypothesen über den Electrotonus.

Die Hypothese von der säulenartigen Anordnung der electromotorischen Molekeln eignet sich in der Form, in welcher sie von ihrem Urheber dargestellt wurde, ohne Weiteres nicht zur Erklärung der mitgetheilten Versuche. Denn nach dieser Hypothese muss der Electrotonusstrom in der interpolaren Strecke dem in den extrapolaren Strecken und dem erregenden Strome gleich gerichtet sein.

Doch sehe ich zwei Wege, auf denen vielleicht von der Molecularhypothese aus zur Erklärung meines Hauptversuches zu gelangen wäre.

Erstens ist es denkbar, dass der erregende Strom in der interpolaren Strecke die Hälften der Molekeln, welche in den extrapolaren Strecken gedreht werden, ungedreht lässt, und durch Drehung der anderen Hälften eine Säule von entgegen-

gesetzter Stromrichtung herstellt, wie in den extrapolaren Strecken. Eine solche Vorstellung stösst nicht nur auf gar keine Schwierigkeiten, sondern sie hat sogar viel Plausibles.

Zweitens aber ist es denkbar, dass zwar — ganz nach der ursprünglichen Vorstellung — die interpolaren und extrapolaren Molekeln gleichsinnig gedreht werden, dass aber behufs der Herstellung und Erhaltung dieses gedrehten Zustandes der erregende Strom um einen Betrag geschwächt wird, der grösser ist als der Betrag des Stromes, welcher aus diesem gedrehten Zustande der in seiner Bahn liegenden Molekeln entspringt. Es ist ja möglich, dass bei der Drehung der Molekeln immer auch Arbeit in anderer Form geleistet wird und werden muss, die dann nicht wieder als Electricität erscheint. Dass sich aus einer solchen Annahme mein Versuch erklären liesse, sieht man sofort ein.

Die andere Hypothese über den Electrotonus erklärt diesen bekanntlich aus den eigenthümlichen Strömungsverhältnissen in einem Leiter, welcher aus einer polarisirbaren Combination von einem gut leitenden Kern in einer schlecht leitenden Hülle besteht.

Die Folgerung eines dem erregenden Strome entgegengesetzten Electrotonusstromes aus dieser Theorie hat weiter keine Schwierigkeiten.

Da aber der Begründer dieser Hypothese ein ganz ausserordentliches Gewicht auf die Übereinstimmung der electrotonischen Erscheinungen am Nerven mit den Erscheinungen legt, welche man an einem mit Zinklösung gefüllten Rohre beobachtet, durch dessen Axe ein Platindraht gespannt ist, und da er diese Anordnung sammt den aus ihr folgenden Strömungsverhältnissen so vollständig mit dem Nerven und dessen electrotonischen Erscheinungen identificirt, so habe ich meine Versuche an einem solchen Schema wiederholt, aber mit einem Erfolge, welcher den Ergebnissen meiner Versuche am lebenden Nerven in allen Punkten widersprach oder entgegengesetzt war.

Ein mit Zinkvitriollösung gefülltes Glasrohr, in dessen Axe ein Platindraht ausgespannt war, hatte zwei Ansatzröhren, in

welche die Flüssigkeit hineinragte und in welche von oben je ein amalgamirter Zinkdraht eintauchte. Mittelst dieser Zinkdrähte nahm ich die Flüssigkeit der Anordnung in einen secundären Kreis auf, in welchem sich auch die Spiegelboussole befand — Anordnung des Versuches *a)*. Nun „reizte" ich mit einzelnen Schliessungs- und Öffnungsinductionsströmen und erhielt Folgendes:

Reizung	Ablenkung
+ S	+ 60
Ö	— 61
+ S	+ 62
Ö	— 61.

Liess ich nun die Unterbrechungsfeder spielen und „tetanisirte" meine Vorrichtung, so erhielt ich gar keine Ablenkung. Ein an Stelle des Schema's im Kreise befindlicher lebender Nerv hätte die Scala aus dem Gesichtsfelde geworfen.

Zur Prüfung des Versuches *b)* bediente ich mich eines ähnlichen Rohres mit vier seitlichen Ansätzen. Die beiden ersten Zinkelectroden waren mit den Polen einer secundären Rolle, die beiden letzten mit den Enden des Multiplicationsgewindes der Boussole verbunden. Zunächst wendete ich wieder einzelne Inductionsströme an:

Reizung	Ablenkung
+ S	+ 1
Ö	— 4
+ S	+ 1
Ö	— 4
+ S	+ 1
Ö	— 4.

Es überwog also die „electrotonisirende" Wirkung der Öffnungsströme, entgegengesetzt wie beim Nerven.

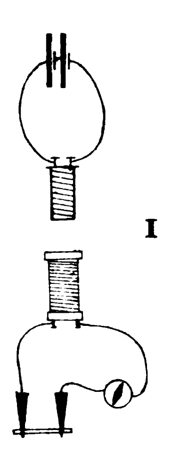
Als ich dann die Feder spielen liess und „tetanisirte", erhielt ich eine Ablenkung im Sinne der Öffnungsströme, während die analoge Ablenkung beim Nerven im Sinne der Schliessungsströme erfolgt.

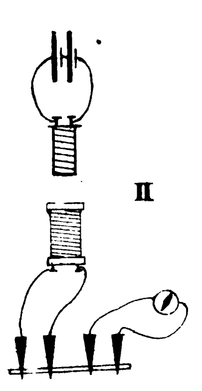
Was nun die p. 164 angedeutete Möglichkeit einer Herbeiziehung der negativen Schwankung zur Erklärung meines Versuches anlangt, so war damit die im Sinne der eben besprochenen Hypothese gelegene Meinung ins Auge gefasst, dass die Welle der negativen Schwankung wachse, wenn sie zu positiveren, abfalle, wenn sie zu negativeren Stellen der Nerven läuft. Aus dieser Annahme lässt sich allerdings ein Effect am Galvanometer im Sinne meines Versuches ableiten[1], wenn man einige andere, nichts weniger als bewiesene Voraussetzungen macht. Da aber selbst dann aus dieser Annahme so enorme Ausschläge, wie sie in meinem Versuche eintreten, keineswegs zu erklären wären, so bin ich lieber auf eine detaillirte Erwägung dieses Erklärungsversuches gar nicht eingegangen.

Absichtlich habe ich dasjenige, was ich über die Beziehung meiner Versuche auf die gangbaren Hypothesen des Electrotonus zu sagen hatte, in den Anhang gesetzt; ich wünsche nämlich meine Vermuthungen möglichst scharf zu trennen von den im ersten Theile vorgebrachten Thatsachen und den aus diesen gezogenen Schlüssen.

---

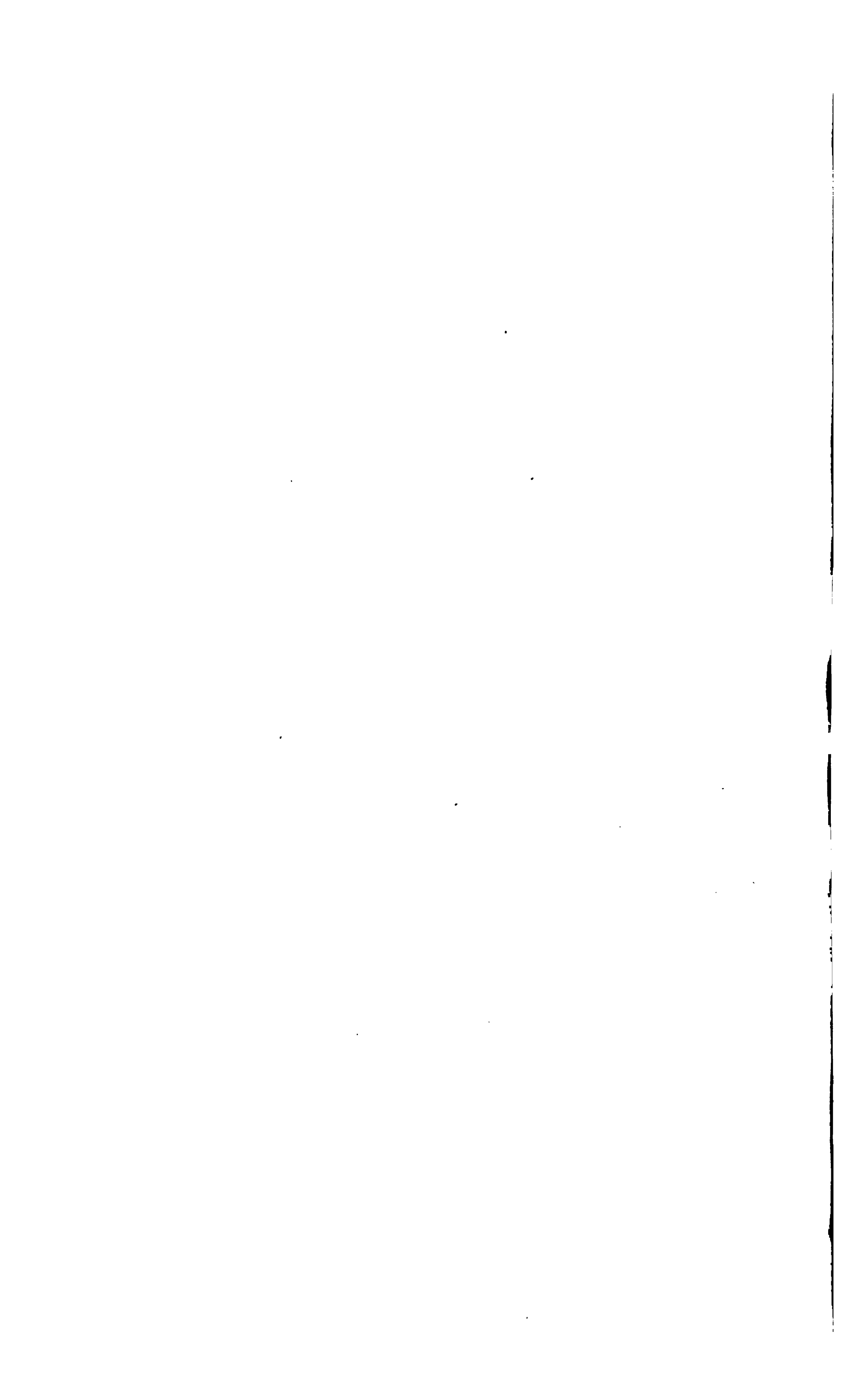
[1] Vergl. besonders L. Hermann: Das galvanische Verhalten einer durchflossenen Nervenstrecke während der Erregung. Pflüg. Archiv VI, 560—567.





E. Fleischl del. et sculps.

K.k.Hof-u Staatsdruckerei.



Über die Farben, welche in den Newton'schen Ringsystemen aufeinanderfolgen.

Von **Alexander Rollett.**

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Mai 1878.)

Die Anwendung, welche die Farben der Newton'schen Ringsysteme bei vielerlei Versuchen finden, hat besondere Studien über jene Farbenfolge hervorgerufen, die namentlich die richtige Deutung einer beobachteten Farbe in Bezug auf ihre Lage in der Scale der Interferenzfarben sichern sollten.

Ich habe mit Rücksicht darauf vor einiger Zeit die Bedeutung hervorgehoben,[1] welche die von Newton[2] im zweiten Buche seiner Optik gegebene bewunderungswürdige Construction der Farbenordnungen dünner Blättchen für eine methodische Untersuchung der spectralen Erscheinungen der Interferenzfarbenscale besitzt.

Ausgezeichnet sind die Spectren dieser Farben durch die Lage und Anzahl der in denselben auftretenden dunklen Interferenzstreifen (auch Müller'sche Streifen genannt).

Es liegen nun zwar über die prismatische Analyse der Interferenzfarben einzelne Arbeiten vor;[3] eine durchgreifende Charakteristik der Farben wurde aber bisher auf diese Analyse nicht gegründet.

Eine solche ist aber, wie ich zeigen werde, von mehrfachem Interesse.

Vor Allem ermöglicht sie uns in den meisten Fällen, je eine bestimmte und gleichmässige Farbe, wie dieselbe von einer

[1] Diese Berichte, Bd. LXXV, Abth. III, p. 173.

[2] Optices, Lib. II, pars II, Tab. II, Fig. 6, Edit. Clarke Lausannae et Genevae 1740.

[3] J. Müller, Poggendorff's Ann., Bd. LXIX, p. 99, und Bd. LXXI p. 91, Spottiswoode Nature, Vol. IX, p. 203 u. Vol. X, p. 125.

durchaus gleich dicken Schichte erhalten wird, genau zu bezeichnen durch ein oder eine Reihe von Zahlenpaaren, in welchen die eine Zahl angibt die Wellenlänge des Lichtes, welches in der gegebenen Farbe durch Interferenz ausgelöscht ist; die zweite Zahl, die der ersten in Klammern beigesetzt werden kann, aber angibt die vom Gangunterschiede der interferirenden Strahlen abhängige Ordnungszahl des dunklen Interferenzstreifens, der an Stelle der ausgelöschten Farbe auftritt.

Dadurch, dass man die letztere Zahl das eine Mal mit arabischen, das andere Mal mit römischen Ziffern anschreibt, kann aber ausgedrückt werden, ob die Farbe im reflectirten Lichte oder bei gekreuzten Polarisationsvorrichtungen oder ob sie im durchfallenden Lichte oder bei parallelen Polarisationsvorrichtungen beobachtet wurde.

Haben wir solche Bezeichnungen gewonnen, dann können wir aber durch je zwei auf die angeführte Weise ausgedrückte Einzelfarben die Grenzen für die Farbenbereiche keilförmiger Schichten bestimmen.

Für keilförmige Schichten erhält man, der Theorie entsprechend, eine Reihe verschiedener mit der continuirlichen Änderung der Dicke einhergehender Spectren, in welchen die Vertheilung der Lichtintensität fortwährend wechselt.

Vergleicht man aber mit der Reihe der zu beobachtenden Spectren der Interferenzfarbenscale die durch die Beobachtung der Interferenzfarben auf das Auge festgestellte Farbenfolge,[1] so ergibt sich sofort, dass die Anzahl der benannten Farben im Vergleiche mit der Anzahl der wechselnden Spectren eine sehr beschränkte ist, und darum entsteht die Frage, in welcher Weise die Reihe der wechselnden Spectren mit den von der Erfahrung aufgestellten Farbenbereichen der aufsteigenden Ordnungen sich deckt, eine Frage, welche in der oben angeführten Weise am besten beantwortet werden kann.

Dass dieses Verfahren für die Kenntniss der Interferenzfarbenscale weit mehr leistet, als das synthetische Verfahren, zu welchem

[1] Newton l. c. Lib. II, Pars I und II. — Brücke, Poggendorff's Annal. Bd. LXXIV, p. 582. — Wertheim, Annal. de Chimie et de Physique (3. S.) T. X, pag. 156. — Quincke, Poggendorff's Annalen, Bd. CXXIX, p. 177.

man Newton's erwähnte Construction bisher immer benützt hat, werde ich später Gelegenheit haben zu zeigen.

1. Graphische Darstellung der Spectren der Interferenzfarben für einen Gypskeil.

Wir wollen zuerst die Polarisationsfarben des Gypses in der angeführten Weise definiren.

Die Grundlage unseres Verfahrens ist auf deductiven Wege festzustellen.

Es ist Newton's Construction, die, wie ich früher[1] gezeigt habe, unter bestimmten Voraussetzungen zu einer graphischen Darstellung der Spectren der Interferenzfarbenscale wird.

Dass wir zunächst den Gyps berücksichtigen, hat einen rein praktischen Grund.

Gypskeile lassen sich leicht ganz dünn herstellen, so dass die aufeinander folgenden Farben der verschiedenen Ordnungen in Form von breiten Bändern an denselben beobachtet werden können und solche Keile werden für die Orientirung über die Farbenfolge nach H. v. Mohl's Angaben seit Jahren von Steeg geschliffen. Mir dienten eine Reihe solcher Keile zu den späteren Untersuchungen.

Man denke sich einen Gypskeil, dessen eine Fläche parallel der Spaltungsebene des Gypses, also parallel der Ebene der optischen Axen ist, dessen andere Fläche unter einem bestimmten kleinen Winkel so aufgeschliffen ist, dass die Kante des Keiles mit den Schwingungsrichtungen im Krystall, also mit der Mittellinie und der darauf Senkrechten einen Winkel von 45° bildet.

Dieser Keil werde zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen so orientirt, dass die zwei Schwingungsrichtungen im Krystalle mit den Schwingungsrichtungen der Nicol'schen Prismen einen Winkel von 45° einschliessen. Er werde ferner successive mit der Kante voran, parallel der Schwingungsrichtung des einen Nicol'schen Prismas zwischen die Prismen eingeschoben, während parallele Strahlen weissen Lichtes durch den Polariseur senkrecht auf die Spaltungsebene des Gypses fallen.

Das aus dem Analyseur dringende Licht werde prismatisch zerlegt, und zwar sei der Spalt des Spectroskopes parallel der

[1] l. c. p. 178.

Kante des Keiles, also parallel den gleichfarbigen Streifen, welche auf dem Keil neben einander liegend erscheinen, orientirt. Um für diese Anordnung zur graphischen Darstellung der Spectren der Interferenzfarben zu gelangen, berechne man die Dicken, bei welchen für die einzelnen Fraunhofer'schen Hauptlinien abwechselnd ein Maximum oder Minimum der Intensität vorhanden ist.

Das kann, wenn man die Brechungsquotienten des Gypses kennt, nach den Formeln

$$d = (2n-1)\frac{\lambda}{2(\gamma-\alpha)} \qquad 1)$$

für die Maxima zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen und

$$d = 2\,(n-1)\frac{\lambda}{2(\gamma-\alpha)} \qquad 2)$$

für die Minima in demselben Falle leicht geschehen.

Man muss in diesen Formeln die Ordnungszahl n für die Maxima und Minima von 1 an immer um eine Einheit wachsen lassen.

Dabei ist als n^{tes} Maximum nach dem Vorgange von Prevostaye und Desain[1] dasjenige bezeichnet, für welches die Dicke das $2n-1$fache der Dicke für das erste Maximum ist, als n^{tes} Minimum dasjenige, für welches die Dicke das $2(n-1)$fache der Dicke für das erste Maximum ist.[3]

Die Brechungsquotienten des Gypses wurden für die Fraunhofer'schen Hauptlinien erst jüngst von meinem hochgeehrten Freunde V. v. Lang[4] bestimmt, und zwar führt v. Lang zweierlei Werthe für den grössten und kleinsten Hauptbrechungsquotienten γ und α an. Die einen sind diejenigen, welche nach den Messungen der Ablenkung der extraordinären Welle bei verschiedenen Stellungen eines Gypsprismas, dessen brechende

[1] L. c. p. 178.

[2] Poggendorff's Annal., Bd. LXXVI, p. 459.

[3] Es ist bei dieser Bezeichnungsweise Dunkel und Hell zwischen gekreuzten und parallelen Nicols bei der Dicke 0 des Krystalles als erstes Minimum und Maximum mit berücksichtigt, was von grossem Vortheile ist.

[4] Diese Berichte. Bd. LXXVI, Abth. II, Decemb.-Heft 1877.

Kante zur Symmetrieebene senkrecht ist, berechnet wurden.[1] Die anderen wurden berechnet nach der Dispersionsformel $n = x + y\lambda^{-2} - z\lambda^{-4}$ und weichen von den ersteren in den zwei bis drei letzten Decimalstellen ab, zeigen aber Differenzen von regelmässigerem Gange als die ersteren. Diese letzteren Werthe und ihre Differenzen sind:

Strahl	G	F	E	D	C	B
λ nach Ditscheiner[2]	0·00043112	0·00048622	0·00052713	0·00058942	0·00065623	0·00068741
α	1·530860	1·526303	1·523726	1·520717	1·518345	1·517457
γ	1·540716	1·536074	1·533482	1·530483	1·528138	1·527264
$\gamma-\alpha$	0·009856	0·009771	0·009756	0·009766	0·009793	0·009807

Aus diesen Werthen berechnen sich die Dicken, bei welchen für die bestimmten Fraunhofer'schen Linien die Maxima und Minima der verschiedenen Ordnungen vorhanden sind, in der in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Grösse. Der Sinn der den Dickenwerthen rechts unter der Klammer beigefügten Nummern soll später angegeben werden.

---

[1] L. c.

[2] Diese Berichte Bd. LXIII, Abth. II, p. 565; v. Lang bediente sich dieser Wellenlängen bei seinen Rechnungen.

Tabelle I.

Bezeichnung der Ordnung der Minima und Maxima		Dicken des Gypses, bei welchen für die bezeichnete Fraunhofer'sche Linie das bezeichnete Minimum oder Maximum vorhanden ist.						Anmerkung
n	n	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	
1		—	—	—	—	—	—	Für gekreuzte Nicols bedeuten 1—8 die Minima, I—VII die Maxima, für parallele Nicols 1—8 die Maxima, I—VII die Minima; die den Dickenwerthen rechts unter der Klammer beigesetzten Nummern bedeuten die Aufeinanderfolge nach aufsteigenden Werthen der Dicke.
	I	0·021871 (1	0·024881 (2	0·027016 (3	0·030177 (4	0·033505 (5	0·035047 (6	
2		0·043742 (7	0·049761 (8	0·054031 (9	0·060354 (10	0·067010 (12	0·070094 (13	
	II	0·065613 (11	0·074642 (14	0·081047 (15	0·090531 (17	0·100515 (19	0·105141 (20	
3		0·087484 (16	0·099523 (18	0·108063 (21	0·120708 (23	0·134020 (26	0·140188 (28	
	III	0·109355 (22	0·124403 (24	0·135078 (27	0·150886 (30	0·167525 (33	0·175234 (36	
4		0·131226 (25	0·149284 (29	0·162094 (32	0·181063 (37	0·201030 (41	0·210281 (42	
	IV	0·153096 (31	0·174165 (34	0·189110 (38	0·211240 (43	0·234535 (47	0·245328 (51	
5		0·174967 (35	0·199046 (40	0·216125 (44	0·241417 (49	0·268040 (54	0·280375 (58	
	V	0·196838 (39	0·223926 (46	0·243141 (50	0·271594 (56	0·301545 (62	0·315422 (65	
6		0·218709 (45	0·248808 (52	0·270157 (55	0·301771 (63			
	VI	0·240580 (48	0·273688 (57	0·297172 (60				
7		0·262451 (53	0·298569 (61					
	VII	0·284322 (59						
8		0·306193 (64						

Auf Grund dieser Berechnungen erhält man die auf Tafel I entworfenen, an ihren Enden durch schwarze Punkte bezeichneten Curven, für welche als Ordnungszahlen die einer anderen Curve (s. Taf. I) derselben Gruppe beigesetzten römischen und arabischen Ziffern gelten.

Als Abscissen dieser Curven sind auf ox die Wellenlängen nach Theilen des Angström'schen Massstabes[1] aufgetragen, die unter der Abscisse angeschriebenen Zahlen bedeuten Milliontel Millimeter und ist für 1 Millimeter der Abscisse 2 Milliontel Millimeter zu rechnen, G, F, E, D, C, B bedeuten die Fraunhofer'schen Linien. Auf die denselben entsprechenden Ordinaten sind die Dicken

$$d = 0, 1, 2, 3 \ldots . n \frac{\lambda}{2(\gamma - \alpha)}$$

aufgetragen, bei welchen abwechselnd ein Minimum oder ein Maximum vorhanden ist und zwar ist ein Millimeter der Ordinaten gleich 0·001 Mm. angenommen.

Die in den Tabellen berechneten Dicken konnten also in der Construction bis zur dritten Decimalstelle benützt werden.

Die Curven I, II, III, IV etc. stellen die Lage der Minima derselben Ordnung zwischen parallelen Nicol'schen Prismen (Maxima zwischen gekreuzten), die Curven 1, 2, 3, 4 etc. die Lage der Minima derselben Ordnung zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen (Maxima zwischen parallelen) als Function der Wellenlänge dar.

---

[1] Recherches sur le spectre solaire Upsal 1868, p. 31 u. Atlas: Spectre normal du soleil. Angström's Wellenlängen für die Fraunhofer'schen Hauptlinien sind:

G 0·000430725
F 0·000486074
E 0·000526913
D 0·000589212
C 0·000656210
B 0·000686710.

Sie können also, so weit sie für die Construction in Betracht kommen, als mit den früher benützten von Ditscheiner übereinstimmend betrachtet werden.

Eine gerade Linie parallel der Abscissenaxe verschoben, gibt alle mit wachsender Dicke sich folgenden Spectren der Interferenzfarbenscale an.

Jeder Durchschnitt einer solchen Geraden mit einer der Curven I, II, III, IV etc. oder 2, 3, 4 etc. entspricht der Mitte eines bei der betreffenden Dicke im Spectrum der Interferenzfarben zwischen gekreuzten oder parallelen Nicols zu beobachtenden dunklen Interferenzstreifens.

Die Lage und Anzahl dieser Streifen in den Spectren wird uns hauptsächlich beschäftigen und wir werden darum in Hinkunft von unseren Curven immer als Minimumscurven sprechen.

Würden wir für alle Fraunhofer'schen Hauptlinien dieselbe Differenz der Brechungsquotienten annehmen, wir wollen sagen diejenige, welche der Linie *D* entspricht also 0·009766 und wie früher nach den Formeln 1 und 2 die Dicken berechnen, so erhielten wir die nachfolgende, mit der Tabelle I gleich eingerichtete Tabelle II (pag. 9).

Die einem solchen reducirten Gypskeile entsprechenden Minimumscurven sind gerade Linien, welche sich, wie leicht ersichtlich, in dem 0-Punkte des Coordinatensystemes durchschneiden. Sie sind in Taf. I eingezeichnet und durch das neben ihr Ende gesetzte Zeichen 0 hervorgehoben.

Es werden uns auch diese Curven später interessiren, wenn wir die Polarisationsfarben des Gypses mit den Farben dünner Blättchen vergleichen werden.

Wir wollen nun vorerst den mitgetheilten Tabellen die Thatsache entnehmen, dass bis zu der Dicke, bis zu welcher wir die Construction fortgesetzt haben, zwischen gekreuzten und parallelen Nicol'schen Prismen zusammen, 65 Fälle der Auslöschung bestimmter Fraunhofer'scher Linien durch Interferenzstreifen von bestimmter Ordnungszahl vorkommen.

Diese 65 Auslöschungsfälle folgen, wenn wir sie uns nach aufsteigenden Dicken angeordnet denken, in der durch die Tabelle III (pag. 10) angegebenen Weise aufeinander.

In den Tabellen I (pag. 6) und II (pag. 9) ist die Nummer des Auslöschungsfalles unter Klammer rechts neben der Dicke verzeichnet.

Tabelle II.

Bezeichnung der Ordnung der Maxima und Minima		Reducirte Dicken des Gypses in Millimetern, bei welchen für die bezeichnete Fraunhofer'sche Linie das bezeichnete Maximum oder Minimum vorhanden ist.						Anmerkung
n	*n*	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	
1		—	—	—	—	—	—	Die Differenz der Brechungs-Quotienten für alle Fraunhofer'schen Linien gleich 0·009766 angenommen.
	I	0·022072 (1	0·024893 (2	0·026988 (3	0·030177 (4	0·033598 (5	0·035194 (6	
2		0·044145 (7	0·049787 (8	0·053976 (9	0·060354 (10	0·067195 (12	0·070388 (13	
	II	0·066217 (11	0·074680 (14	0·080964 (15	0·090531 (17	0·100793 (19	0·105582 (20	
3		0·088290 (16	0·099574 (18	0·107952 (21	0·120708 (23	0·134391 (26	0·140770 (28	
	III	0·110362 (22	0·124467 (24	0·134940 (27	0·156886 (30	0·167988 (33	0·175970 (35	
4		0·132433 (25	0·149361 (29	0·161928 (32	0·181063 (37	0·201586 (41	0·211164 (42	
	IV	0·154507 (31	0·174254 (34	0·188916 (38	0·211240 (43	0·235184 (47	0·246358 (54	
5		0·170580 (36	0·199148 (40	0·215904 (44	0 241417 (48	0·268781 (54	0·281552 (58	
	V	0·189652 (39	0·224041 (46	0·242892 (50	0·271594 (56	0·302379 (63	0·316746 (65	
6		0·220725 (45	0·248935 (52	0·269880 (55	0·301771 (62			
	VI	0·242797 (49	0·273827 (57	0·296868 (60				
7		0·264870 (53	0·298722 (61					
	VII	0·286942 (59						
8		0·309015 (64						

Tabelle III.

Nummern	Fraunhofer'sche Linie	n der Minima zwischen parallelen und gekreuzten Nicols		Nummer	Fraunhofer'sche Linie	n der Minima zwischen parallelen und gekreuzten Nicols	Abweichende Fälle beim reducirten Keil
1	*G*	I		34	*F*	IV	
2	*F*	I		35	*G*	5	*B* III
3	*E*	I		36	*B*	III	*G* 5
4	*D*	I		37		4	
5	*C*	I		38	*E*	IV	
6	*B*	I		39	*G*	V	
7	*G*	2		40	*F*	5	
8	*F*	2		41	*C*	4	
9	*E*	2		42	*B*	4	
10	*D*	2		43	*D*	IV	
11	*G*	II		44	*E*	5	
12	*C*	2		45	*G*	6	
13	*B*	2		46	*F*	V	
14	*F*	II		47	*C*	IV	
15	*E*	II		48	*G*	VI	*D* 5
16	*G*	3		49	*D*	5	*G* VI
17	*D*	II		50	*E*	V	
18	*F*	3		51	*B*	IV	
19	*C*	II		52	*F*	6	
20	*B*	II		53	*G*	7	
21	*E*	3		54	*C*	5	
22	*G*	III		55	*E*	6	
23	*D*	3		56	*D*	V	
24	*F*	III		57	*F*	VI	
25	*G*	4		58	*B*	5	
26	*C*	3		59	*G*	VII	
27	*E*	III		60	*E*	VI	
28	*B*	3		61	*F*	7	
29	*F*	4		62	*C*	V	*D* 6
30	*D*	III		63	*D*	6	*C* V
31	*G*	IV		64	*G*	8	
32	*E*	4		65	*B*	V	
33	*C*	III					

Aus der Tabelle III ist zu ersehen, dass die Reihenfolge im reducirten Keile nur an drei Orten von der Reihenfolge für den ersten Keil abweicht.

Die Abweichungen betreffen die Fälle 35 und 36, 48 und 49 und 62 und 63, während für alle übrigen Fälle die Reihenfolge in beiden Keilen übereinstimmt.

Unter diesen 65 Auslöschungsfällen bestimmter Fraunhofer'scher Linien durch Interferenzstreifen von bestimmter Ordnungszahl kommen sich in Bezug auf die Dicke mehrere Male zwei oder drei derselben sehr nahe. Nämlich *G*II und *C*2; *F*3 und *C*II; *E*3 und *G*III; *C*3 und *E*III; *F*IV, *G*5 und *B*III; *B*4 und *D*IV; *G*VI, *D*5 und *E*V; *E*6 und *D*V; *E*VI und *F*7; *C*V und *D*6, wie aus den in Tabelle I und II verzeichneten Dicken und aus der Construction (Taf. I) zu entnehmen ist.

In Tabelle III sind diese 10 Fälle naher Coincidenz durch die beigefügten Klammern bezeichnet.

Die Kenntniss der eben mitgetheilten Thatsachen war für den Verlauf meiner Untersuchung, wie sich gleich zeigen wird, von grosser Wichtigkeit.

Ich konnte nämlich nicht eher an meine Beobachtungen über den Zusammenhang von Spectrum und Farbe in der Scale der Interferenzen gehen, ehe ich nicht die aus den vorstehenden Betrachtungen sich von selbst ergebende Gelegenheit zur Prüfung der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Erfahrung benützt hatte. Es schien mir dies anfangs hauptsächlich darum geboten, weil ich ja meine Rechnung nur mit den von v. Lang aus der angeführten Dispersionsformel berechneten Brechungsquotienten angestellt hatte.

Die Prüfung besteht darin, dass man sich an Gypskeilen, die nach den früheren Angaben geschnitten sind und welche in der früher angeführten Weise mit Polarisationsvorrichtungen und Spectroskop verbunden worden waren, von der ganz bestimmten Reihenfolge der berechneten 65 Auslöschungsfälle überzeugt und die angeführten Fälle von naher Coincidenz dabei berücksichtigt. Zu dem Ende lagerte ich einen dünnen Gypskeil, der von den lavendelgrauen Farbentönen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen angefangen, die Farbenfolge in breiten Streifen zeigte auf eine später zu beschreibende Schlittenvorrichtung und schob

ihn nach und nach zwischen Polariseur und Analyseur ein, während im Spectrum des aus dem Analyseur dringenden Lichtes die auftretenden Interferenzstreifen beobachtet wurden.

Der genannte Keil reicht bis zum Auslöschungsfall *E*4, für grössere Gangunterschiede diente dann ein zweiter Keil, der bei dem Auslöschungsfall *F*3 beginnt und bis zum Auslöschungsfall *B*V reicht. (Vergl. Taf. I.)

Die Keile waren vorher darauf untersucht worden, ob sie richtig geschnitten sind und wurde auf ihre Orientirung eine peinliche Sorgfalt verwendet.

Später untersuchte ich noch zwei neue ähnliche Gypskeile, von welchen der eine von dem Ende der Minimumscurve I—I bis zum Auslöschungsfall *E*IV reicht, während der andere bei *E*3 anfängt und bis *B*V reicht. (Vergl. Taf. I.) Beide Keilpaare ergaben vollständig übereinstimmende Resultate, die Keile liegen auf einem Objectträger und sind zwischen diesem und einem dünnen Deckgläschen in eine Balsamschichte eingeschlossen.

Die Einstellung der Mitte eines bestimmten dunklen Interferenzstreifens zwischen parallelen oder gekreuzten Nicol'schen Prismen auf eine bestimmte Fraunhofer'sche Linie ist, wie im gleichfolgenden Abschnitte gezeigt werden soll, mit grosser Sicherheit auszuführen.

Als ich nun so die erwähnten 65 Auslöschungsfälle der Reihenfolge nach darzustellen suchte, wobei der Polariseur natürlich ab und zu um 90° gedreht werden musste, ergab sich leider bald eine Abweichung, von der durch die Rechnung geforderten Reihenfolge und auch von den vorerwähnten 10 Fällen von naher Coincidenz der Auslöschung zweier oder dreier Fraunhofer'scher Linien fügten sich nur einige, nämlich *E*3 und *G*III, *F*IV und *G*5; und *E*VI und *F*7, während die anderen weit beträchtlichere Abweichungen ergaben, als die von der Rechnung geforderten, und sich empirisch Coincidenzen vorfanden, die nach der Rechnung nicht vorhanden sein sollten.

Wollte ich nun nicht auf die Ausführung meines ganzen Untersuchungsplanes verzichten, so blieb mir nichts Anderes übrig, als die in Tafel I entworfene Construction empirisch zu rectificiren, um so eine Vorstellung von der Grösse und Richtung der Abweichung und zugleich eine Grundlage für die Zusammengehö-

rigkeit von Farben und Spectrenfolge, deren Ermittlung wir uns als Aufgabe gesetzt haben, zu gewinnen.

Es bietet sich dafür das folgende Verfahren. Wie aus dem Wesen der auf Tafel I verzeichneten Construction und der ihr zu Grunde liegenden Rechnung leicht ersichtlich ist, müssen die Minima zwischen parallelen und gekreuzten Nicol'schen Prismen auf jeder unserer Ordinaten in gleichen Abständen aufeinanderfolgen.

Wir können nun diese Abstände für eine der Fraunhofer'schen Linien ganz willkürlich wählen und die entsprechenden Ordinatenlängen für die anderen, auf Grund von Lagebestimmungen der dunklen Interferenzstreifen im Spectrum berechnen.

Ich wählte dazu die Linie *D*, weil ja voraussichtlich für diese Linie die Bestimmungen v. Langs am genauesten ausfallen mussten.

Als Massstab für die Abstände der Minima auf der der *D* Linie entsprechenden Ordinate wurde aber der angestrebten Vergleichbarkeit halber derselbe angenommen, der sich nach der Tabelle I (pag. 6) ergibt.

Ich stellte nun zuerst durch Verschieben des Keiles auf alle Auslöschungsfälle der Linie *D* ein, mit welchen die Auslöschung einer oder einer Reihe von anderen Wellenlängen zusammenfiel, bestimmte die Lage der Interferenzstreifen im Spectrum und reducirte diese Lage auf den Angström'schen Massstab, dabei erhielt ich eine ganze Reihe von Coincidenzen verschiedener Interferenzstreifen mit den auf *D* fallenden Interferenzstreifen. Wie die nachfolgende, zur Erläuterung des Verfahrens mitgetheilte Tabelle IV zeigt.

Nach den Formeln 1 und 2, in welchen für diesen Fall *d* die Ordinatenlänge bedeutet, kann man dann für jeden der verzeichneten Coincidenzfälle die der ausgelöschten Wellenlänge entsprechende Ordinate für die Minimumcurve I—I berechnen. Also aus der in Tabelle IV verzeichneten Coincidenz *D* V *C* 5, z. B. die Ordinatenlänge *C* I. Ferner aus den zunächst an beiden Seiten von *E* und *F* liegenden und einmal mit irgend einem *D* coincidirend ausgelöschten Wellenlängen und den ihnen entsprechenden Ordnungszahlen die diesen Wellenlängen entsprechenden Ordinaten der Minimumscurve I—I und unter der Voraussetzung eines geradlinigen Curvenelementes zwischen jenen der Linie *E*

Tabelle IV.

Eingestellte Interferenzstreifen			Beobachtete coincirende Interferenzstreifen	
Fraunhofer'sche Linie	Ordnungszahl des Interferenzstreifens	Ordinatenlänge nach Tabelle I.	Wellenlänge in Milliontel Millimetern	Ordnungszahl des Interferenz streifens
D	II	0·090531	450	3
„	3	0·120708	480	III
„	III	0·150886	435	IV
„	„	„ „	500	4
„	4	0·181063	455	5
„	„	„ „	512	IV
„	IV	0·211240	468	V
„	„	„ „	678	4
„	„	„ „	522	5
„	5	0·241417	480	6
„	„	„ „	666	IV
„	„	„ „	530	V
„	„	„ „	442	VI
„	V	0·271594	490	VI
„	„	„ „	425	VII
„	„	„ „	*C*	5
„	„	„ „	535	6
„	„	„ „	454	7
„	6	0·301771	500	7
„	„	„ „	435	8
„	„	„ „	650	V
„	„	„ „	540	VI
„	„	„ „	464	VII
„	„	„ „	410	VIII

Tabelle V.

Bezeichnung der Ordnung der Minima: *n* der Minima zwischen gekreuzten Nicols	*n* der Minima zwischen parallelen Nicols	Ordinatenlängen für die bezeichneten Minima zwischen gekreuzten oder parallelen Nicol'schen Prismen.						Anmerkung
		G	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	
1		—	—	—	—	—	—	Ordinatenlängen für *D* angenommen als Multipla von 0·030177.
	I	0·021356 [1]	0·024443 [2]	0·026695 [3]	0·030177 [4]	0·033949 [5]	0·035596 [6]	
2		0·042712 [7]	0·048886 [8]	0·053390 [9]	0·060354 [10]	0·067898 [12]	0·071192 [13]	
	II	0·064068 [11]	0·073329 [14]	0·080085 [15]	0·090531 [17]	0·101847 [19]	0·106788 [22]	
3		0·085424 [16]	0·097772 [18]	0·106780 [20]	0·120708 [23]	0·135796 [27]	0·142394 [28]	
	III	0·106780 [21]	0·122215 [24]	0·133475 [26]	0·150885 [31]	0·169745 [33]	0·177980 [36]	
4		0·128136 [25]	0·146658 [29]	0·160170 [32]	0·181062 [37]	0·203694 [41]	0·213576 [45]	
	IV	0·149492 [30]	0·171101 [35]	0·186865 [38]	0·211239 [42]	0·237643 [48]	0·249172 [52]	
5		0·170848 [34]	0·195544 [40]	0·213560 [43]	0·241416 [50]	0·271592 [56]	0·284788 [59]	
	V	0·192204 [39]	0·219987 [46]	0·240255 [49]	0·271593 [57]	0·305541 [64]	0·320364 [65]	
6		0·213560 [44]	0·244430 [51]	0·266950 [54]	0·301770 [63]			
	VI	0·234916 [47]	0·268873 [55]	0·293645 [61]				
7		0·256272 [53]	0·293316 [60]					
	VII	0·277628 [58]						
8		0·298984 [62]						

und *F* zu beiden Seiten am nächsten liegenden Wellenlängen die Ordinatenlängen *E*I und *F*I. Multipla von diesen sind die Ordinatenlängen für die übrigen Minima von *C*, *E* und *F*.

Durch eine ähnliche Reihe von Einstellungen auf alle Auslöschungsfälle der Linien *C*, *E* und *F*, wie wir sie früher für die Linie *D* verzeichnet haben und Bestimmung der Lage der coincidirenden Auslöschungsfälle anderer Wellenlängen lassen sich dann wieder die Ordinatenlängen *B*I und *G*I und aus diesen die Ordinaten der übrigen Minima von *B* und *G* ableiten. Es hätte zu viel Raum erfordert, wenn ich hier alle Bestimmungen dieses umständlichen Verfahrens mitgetheilt hätte.

Ich musste mich darauf beschränken, die aus den Mittelwerthen einer Reihe solcher Bestimmungen erhaltenen Ordinatenwerthe für die Minimumscurven I—I, 2—2, II—II, 3—3 etc. in der Tabelle V (pag. 15) zusammenstellen.

Es geht das um so eher an, als, wie wir gleich sehen werden, die Controle für die Richtigkeit unserer so berechneten Minimumscurven eine sehr einfache ist.

Die der Tabelle V (pag. 15) entsprechenden Minimumscurven sind gleichfalls in Tafel I eingezeichnet und an ihren Enden mit den römischen und arabischen Ordnungszahlen bezeichnet.

Man ersieht aus der Tafel I, dass die empirisch gefundenen Minimumscurven steiler abfallen als die berechneten. Die ersteren stellen nahezu gerade Linien dar, welche die Abscissenaxe in geringer positiver Entfernung vom 0-Punkt durchschneiden; während die berechneten Curven leicht convex erscheinen. Die berechneten Minimumscurven schliessen sich ferner näher an die Minimumscurven des reducirten Gypskeiles an als die empirisch gefundenen Minimumscurven.

Ordnen wir nun wieder die Auslöschungsfälle bestimmter Fraunhofer'scher Linien durch Interferenzstreifen von bestimmter Ordnungszahl nach aufsteigenden Werthen von *d* an, so erhalten wir die in der Tabelle VI verzeichnete Reihenfolge.

Die aus den empirischen Minimumscurven für den Gyps sich ergebende Reihenfolge, weicht in der aus der Tabelle VI zu entnehmenden Weise von der Reihenfolge, welche sich aus den berechneten Minimumscurven ergibt, ab.

Alle nicht besonders verzeichneten Fälle der letzteren stimmen mit denen der ersteren in Bezug auf die Nummer überein.

Als Coincidenzfälle der Auslöschung zweier oder dreier Fraunhofer'scher Hauptlinien ergeben sich für die empirischen Minimumscurven *E*3, *G*III und *B*II; *G*5 und *F*IV; *E*5, *G*6 und *B*4; *C*5 und *D*V; und *F*7 und *E*VI, was wieder durch die in Tab. VI beigesetzten Klammern angezeigt ist.

Tabelle VI.

Nummer	Fraunhofer'sche Linie	*n* der Minima zwischen parallelen und gekreuzten Nicols	Abweichende Fälle der Tabelle I	Nummer	Fraunhofer'sche Linie	*n* der Minima zwischen parallelen und gekreuzten Nicols	Abweichende Fälle der Tabelle I
1	*G*	I		34	*G*	5	*F* IV
2	*F*	I		35	*F*	IV	*G* 5
3	*E*	I		36	*B*	III	
4	*D*	I		37	*D*	4	
5	*C*	I		38	*E*	IV	
6	*B*	I		39	*G*	V	
7	*G*	2		40	*F*	5	
8	*F*	2		41	*C*	4	
9	*E*	2		42	*D*	IV	*B* 4
10	*D*	2		43	*E*	5	*D* IV
11	*G*	II		44	*G*	6	*E* 5
12	*C*	2		45	*B*	4	*G* 6
13	*B*	2		46	*F*	V	
14	*F*	II		47	*G*	VI	*C* IV
15	*E*	II		48	*C*	IV	*G* VI
16	*G*	3		49	*E*	V	*D* 5
17	*D*	II		50	*D*	5	*E* V
18	*F*	3		51	*F*	6	*B* IV
19	*C*	II		52	*B*	IV	*F* 6
20	*E*	3	*B* II	53	*G*	7	
21	*G*	III	*E* 3	54	*E*	6	*C* 5
22	*B*	II	*G* III	55	*F*	VI	*E* 6
23	*D*	3		56	*C*	5	*D* V
24	*F*	III		57	*D*	V	*F* VI
25	*G*	4		58	*G*	VII	*B* 5
26	*E*	III	*C* 3	59	*B*	5	*G* VII
27	*C*	3	*E* III	60	*F*	7	*E* VI
28	*B*	3		61	*E*	VI	*F* 7
29	*F*	4		62	*G*	8	*C* V
30	*G*	IV	*D* III	63	*D*	6	
31	*D*	III	*G* IV	64	*C*	V	*G* 8
32	*E*	4		65	*B*	V	
33	*C*	III					

Mit den Gypskeilen lassen sich sowohl die verzeichneten coincidirenden Auslöschungsfälle bestimmter Fraunhofer'scher Linien als auch die übrigen aus dem Verlaufe der empirischen Curven sich ergebenden Coincidenzen leicht constatiren, es ist das nach der Ableitung unserer empirischen Curven selbstverständlich; aber die Verfolgung dieser Coincidenzen bietet eben die Möglichkeit, die Richtigkeit des Verlaufes unserer auf sehr umständlichem Wege aufgefundenen empirischen Minimumscurven rasch und leicht zu controlliren.

Ich habe die Coincidenzen, ausser an den Keilen auch noch an einer ganzen Reihe käuflicher Gypsplättchen (gewöhnlich in Subtractionslage übereinander gekittete dickere Plättchen) und an zahlreichen Spaltungsstücken krystallisirten Gypses, welche ich mir selbst anfertigte, bestätigt gefunden.

Mit der empirischen Auffindung der Minimumscurven für den Gyps haben wir aber, obwohl auf langem Umwege die für unsere weiteren Untersuchungen nothwendige Grundlage gefunden.

Ob und wie genau unsere Ordinatenlängen mit den Dicken des Gypses übereinstimmen, wird von der Genauigkeit der Differenz $\gamma - \alpha$, welche sich aus den v. Lang'schen Brechungsquotienten für die Linie *D* ergibt, abhängig sein.

Stimmt dieselbe genau mit der Erfahrung überein, was sich vielleicht durch Messung der Dicke von Gypsplatten, welche eine sehr grosse Anzahl von dunklen Interferenzstreifen ergeben, genau controlliren liesse, dann sind unsere Ordinaten als die wahren Dickenwerthe zu betrachten.

In diesem Falle liessen sich die Differenzen des grössten und kleinsten Hauptbrechungsquotienten für die Fraunhofer'schen Hauptlinien aus unseren empirisch gefundenen Minimumscurven selbst ableiten.

Im entgegengesetzten Falle müsste ein anderer Massstab, welcher dem wahren Dickenverhältnisse entsprechen würde, gewählt werden.

Uns genügt aber hier, was wir über die Minimumscurven des Gypses auf empirischem Wege erfahren haben und zugleich glauben wir unser umständliches Verfahren gerechtfertigt zu haben.

Weiteren Untersuchungen muss die Aufklärung der Abweichung vorbehalten bleiben, welche sich zwischen den empirischen Minimumscurven und jenen ergeben, welche mittelst der aus den sorgfältig durchgeführten Untersuchungen v. Lang's sich ergebenden Differenzen berechnet wurden.

Wir werden später bei der Untersuchung von Quarzkeilen noch einmal Gelegenheit finden zu zeigen, dass unsere empirischen Minimumscurven das vollste Zutrauen verdienen, wenn auch über den absoluten Werth der Ordinaten derselben gar nichts bekannt sein würde.

Nachdem ich diesen Abschnitt sowohl, als auch die ganze Abhandlung bereits niedergeschrieben hatte, theilte mir v. Lang noch andere Werthe für den grössten und kleinsten Hauptbrechungsquotienten des Gypses mit, welche sich nach der einfacheren Formel

$$n = x + y\lambda^{-2}$$

ergeben. Die aus diesen Werthen folgenden Differenzen $\gamma' - \alpha'$ schliessen sich in ihrem Gange mehr dem Gange der Differenzen $\varepsilon - \omega$ für den Quarz an (vergleiche den späteren Abschnitt 8 dieser Abhandlung).

Die Werthe lauten:

Strahl	G	F	E	D	C	B
α'	1·530960	1·526229	1·523633	1·520670	1·518382	1·517536
γ'	1·540775	1·536030	1·533427	1·530455	1·528160	1·527311
$\gamma' - \alpha'$	0·009815	0·009801	0·009794	0·009785	0·009778	0·009775

Die mit Hilfe dieser Differenzen berechneten Minimumscurven schliessen sich bis zu beträchtlichen Dicken den Minimumscurven des reducirten Gypskeiles nahe an, sie weichen also in ihrem Laufe noch immer von den empirisch gefundenen Minimumscurven ab. Wir werden später noch einmal auf die Differenz $\gamma' - \alpha'$ für die Linie D Fraunhofer verweisen müssen.

2. Vorkommen, Anzahl und Breite der dunklen Interferenzstreifen, Bestimmung ihrer Lage im Spectrum.

Ehe wir nun auf der Grundlage, welche wir durch die im vorigen Abschnitte mitgetheilte Construction für die Charakterisirung der Interferenzfarben gewonnen haben, an diese selbst gehen, muss ich noch Einiges über die dunklen Interferenzstreifen bemerken, deren Beobachtung den wesentlichen Inhalt unserer Untersuchung ausmachen wird.

Nach den von Fresnel entwickelten Formeln für die Intensität des aus dem Analyseur dringenden Lichtes ergibt sich für jede bestimmte Farbe unter den von uns eingeführten Bedingungen als resultirende Intensität bei gekreuzten Nicol'schen Prismen.

$$R^2 = r^2 \sin^2 \frac{\pi}{\lambda} d(\gamma - \alpha) \qquad 3)$$

und bei parallelen Nicol'schen Prismen

$$R_1^2 = r^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} d(\gamma - \alpha) \qquad 4)$$

Bei Anwendung von weissem Licht werden also bei einer bestimmt gegebenen Dicke die Intensitäten im Spectrum der bei der einen und der bei der andern Lage der Polarisationsvorrichtungen auftretenden Interferenzfarbe verschieden vertheilt sein.

Da aber

$$R^2 + R_1^2 = r^2 \qquad 5)$$

ist, so muss in dem einen Falle für jede Farbe immer so viel an Intensität vorhanden sein, als in dem anderen Falle von der vollen Intensität dieser Farbe fehlt und umgekehrt.

Die Interferenzfarben ergänzen sich zu Weiss und sind im strengsten Sinne complementär.

Die Bedingung

$$d(\gamma - \alpha) = 2(n-1)\frac{\lambda}{2},$$

bei welcher $R^2 = 0$ wird und die Bedingung

$$d(\gamma - \alpha) = (2n-1)\frac{\lambda}{2},$$

bei welcher $R_1^2 = 0$ wird, ist aber, wenn wir von 0 an alle Dicken bis zu einer bestimmten Grenze durchlaufen anfangs nicht

bei jeder Dicke auch nur für eine bestimmte Wellenlänge innerhalb des sichtbaren Spectrums erfüllt.

Erst bei höheren Dicken treten 1, 2 und mehrere dunkle Interferenzstreifen im Spectrum der Interferenzfarben auf. Die Anzahl der Streifen nimmt aber nicht proportional der Dicke zu. Innerhalb der Grenzen, in welchen wir die Farbenfolge untersuchen wollen, I—VI Ordnung, treten abwechselnd 0, 1, 2 und 3 dunkle Streifen auf.

Unter den Spectren der Interferenzfarben stossen wir also auch auf solche, in welchen gar keine dunklen Interferenzstreifen vorkommen. Diese entsprechen aber, wie wir sehen werden, dennoch sehr lebhaften Farben.

Während wir beim Vorhandensein dunkler Interferenzstreifen die am meisten geschwächten Farben der Beobachtung unmittelbar entnehmen können, ist das bei der Abwesenheit solcher Streifen nicht möglich, für den letzteren Fall interessiren uns aber auch die zwischen den Curven der Maxima und Minima gelegenen Schwächungscurven die mit Hilfe der angeführten Intensitätsformeln leicht gefunden werden können.

1. Was zuerst die mit der Dicke wechselnde Anzahl der Streifen betrifft, so ist dieselbe bei jeder Dicke gegeben durch

$$N = n - n' \qquad 6)$$

Sie ist gleich der Differenz der Ordnungszahlen jenes Minimums der Strahlen von kleinster und grösster Wellenlänge, welches bei der gegebenen Dicke als letztes in aufsteigender Ordnung gerechnet vorhanden war.

Dabei ist, wenn eines der Minima auf die gegebene Dicke selbst fällt, für die Strahlen von kleinster Wellenlänge dieses, für die Strahlen von grösster Wellenlänge das vorausgehende zu rechnen. [1]

---

[1] Über diese Regel, siehe meine Abhandlung: Über die Bedeutung etc., p. 177 und 178. Der Ausdruck

$$N = d\left[\frac{(\gamma - \alpha)\lambda' - (\gamma_1 - \alpha_1)\lambda}{\lambda\lambda^1}\right]$$

für die Anzahl der Streifen zwischen zwei Fraunhofer'schen Linien, nach welchem die Anzahl der Streifen proportional der Dicke wachsen musste, ist keine richtige Gleichung. Diese würde sein:

Wie bei gegebener Dicke der Werth von n und n' zu ermitteln ist, ergibt sich aus den Gleichungen 1) und 2).

Wir erhalten darnach für unsere Construction zwischen den Linien G und B Fraunhofer bei steigender Dicke, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellte Anzahl von dunklen Interferenzstreifen bei gekreuzten Nicol'schen Prismen zwischen den in der ersten Columne verzeichneten Ordinaten.

Tabelle VII.

Ordinatenlänge	n Ordnungszahl des letzten Minimum für G	n' Ordnungszahl des letzten Minimum für B	N Anzahl der dunklen Interferenzstreifen
0·000000			
	1	1	0
0·042712			
	2	1	1
0·071792			
	2	2	0
0·085424			
	3	2	1
0·128136			
	4	2	2
0·142394			
	4	3	1
0·170848			
	5	3	2
0·213560			
	6	3	3
0·213576			
	6	4	2
0·256272			
	7	4	3
0·284788			
	7	5	2
0·298984			
	8	5	3
0·320364			

$$N = d\left[\frac{(\gamma-\alpha)\lambda'-(\gamma_1-\alpha_1)\lambda}{\lambda\lambda_1}\right]+\frac{q-q'}{q'q},$$

wobei $\frac{q-q'}{q'q}$ mit d periodisch veränderlich ist, das kommt daher, dass nicht jede beliebige Dicke mit $\frac{2(\gamma-\alpha)}{\lambda}$ oder mit $\frac{2(\gamma_1-\alpha_1)}{\lambda_1}$ multiplicirt eine ganze Zahl ergibt. Ich habe darum die Gleichung für die Anzahl der Interferenzstreifen in der Form 6) angeschrieben.

Bei parallelen Nicols aber erhält man die nachfolgende Anzahl von Streifen.

Tabelle VIII.

Ordinatenlänge	n Ordnungszahl des letzten Minimum für G	n' Ordnungszahl des letzten Minimum für B	N Anzahl der dunklen Interferenzstreifen
0·000000			
	0	0	0
0·021356			
	I	0	1
0·035596			
	I	I	0
0·064068			
	II	I	1
0·106780			
	III	I	2
0·106788			
	III	II	1
0·149492			
	IV	II	2
0·177980			
	IV	III	1
0·192204			
	V	III	2
0·234916			
	VI	III	3
0·249172			
	VI	IV	2
0·277628			
	VII	IV	3
0·320364			

Daraus ergibt sich aber, dass nur zwischen 0 und 0·021356 und zwischen 0·035596 und 0·042712 weder bei parallelen noch gekreuzten Nicols ein dunkler Interferenzstreifen zwischen den Fraunhofer'schen Linien *G* und *B* zu beobachten ist.

Graphisch dargestellt ist die Anzahl der Streifen in ihrer Abhängigkeit von der Dicke durch die in der Tafel I am linken Rande verzeichneten geknickten Linien, wovon die ausgezogene die Anzahl der Streifen zwischen gekreuzten, die punktirte Linie die Anzahl der Streifen zwischen parallelen Nicol'schen Prismen bedeutet. Einem Streifen entspricht die Ordinatenhöhe von 1 Ctm. Die auf *mn* verzeichneten Dicken sind hier als Abscissen zu nehmen.

2. Das Gesetz, nach welchem die Helligkeiten auf jeder unserer Ordinaten *GG, FF, EE, DD, CC, BB* mit steigender Dicke zwischen gekreutzten Nicol'schen Prismen zu- und abnehmen

oder zwischen parallelen Nicol'schen Prismen ab- und zunehmen, ist durch die Formeln 3) und 4) ausgedrückt. Denken wir uns den Zwischenraum zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Curven unserer Construction auf jeder der Ordinaten *GG*, *FF*, *EE*, *DD*, *CC*, *BB* in je dieselbe Anzahl von gleichen Theilen, z. B. 32 getheilt, und verbinden die gleichnamigen Punkte aller Ordinaten mit einander, so erhalten wir, wenn wir die Intensität r^2 für jede Farbe in dem aus dem Polariseur herkommenden Lichte gleich 100 annehmen, zwischen unseren Curven 1—1, I—I, 2—2, II—II etc., von welchen die arabisch bezeichneten der Intensität 0, die römisch bezeichneten der Intensität 100 zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen entsprechen, während für parallele Nicols das umgekehrte der Fall ist, eine Reihe von Schwächungscurven, welche sich successive in ihrem Laufe den Maximums- und Minimumscurven anschliessen und den Intensitäten 0·2, 1, 2, 4, 6, 9, 11, 15, 18, 22, 26, 31, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 69, 74, 78, 82, 85, 89, 91, 94, 96, 98, 99 und 99·8 entsprechen.

Wir würden dann für jede der Abscissenaxe parallele gerade Linie, also für jede Dicke, in Procenten der ursprünglichen Lichtstärke ausgedrückt erhalten den Grad der Schwächung, welchen jede bestimmte Farbe bei der gegebenen Dicke erfahren hat.

Ich musste die Brauchbarkeit der Construction Newton's für derlei Betrachtungen hier erwähnen.

Ich habe es aber unterlassen, diese Schwächungscurven in die Tafel einzuzeichnen. Es kann das nach Bedarf nachträglich geschehen.

Wohl aber habe ich in Fig. 3, Taf. II für ein Stück unserer Construction zwischen den Curven 1—1 und I—I und 2—2 je 16 solcher Schwächungscurven eingezeichnet, sie sind mit den ihnen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen zukommenden Intensitäten bezeichnet. Für parallele Nicols ist I—I mit 0 zu bezeichnen, 1—1 und 2—2 dagegen mit hundert, die dazwischen liegenden Curven erhalten von 0—100 dieselben Bezeichnungen, wie im ersteren Falle.

Wir werden später in einzelnen Fällen diese vervollständigte Construction brauchen. Man könnte auch, immer abgesehen von dem Lichtverlust durch Reflexion an Platte und Prismen noch weiter gehen und die Schwächung auf vergleichbare Lichtstärke,

werthe für die einzelnen Farben, wie sie von Fraunhofer[1] und neuerlich von Vierordt[2] aufgestellt wurden, reduciren.

Vorläufig hätten wir aber damit wenig gewonnen, da zu einer oberflächlichen Beurtheilung des Tones der Interferenzfarbe die durch die Construction ermöglichte Schätzung der Componenten genügt.

Für die Bestimmung einer Mischfarbe nach Ton, Nuance und Intensität reicht aber, wie das Vierordt[3] auseinandersetzt, die Kenntniss der relativen Helligkeiten der einzelnen Componenten nicht aus. Ich habe das hier bemerkt, weil den Polarisationsfarben noch eine Rolle bei der Lösung der hier berührten offenen Fragen zufallen dürfte, und weil das Mangelhafte der Vorarbeiten auf diesem Gebiete in einem gewissen Widerspruche steht mit der Sicherheit, wit welcher die Farben der Newton'schen Ringe und die mit ihnen übereinstimmenden Polarisationsfarben als genau definirbare Mischfarben hingestellt werden.

3. Die Breite der Interferenzstreifen ist von einer ganzen Reihe von Bedingungen abhängig. Das Gesetz, nach welchem die objectiven Helligkeiten auf den Ordinaten zu- und abnehmen, erklärt uns, warum die Interferenzstreifen im Allgemeinen relativ schmal erscheinen in Bezug auf die ganze Breite des Spectrums.

Sie werden, wie leicht ersichtlich, mit steigender Ordnungszahl, das ist mit zunehmender Grösse des Winkels, welchen die Minimumscurven mit der Abscissenaxe bilden, schmäler.

Ihre Breite ist ferner abhängig von ihrer Lage im Spectrum. Im prismatischen Spectrum sind sie am violetten Ende breiter als am rothen, während im typischen Spectrum das Umgekehrte der Fall ist.

Die Breite der Streifen wird ferner abhängig sein von der Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitsunterschiede der einzelnen Spectralfarben, welche nach den Untersuchungen von

---

[1] Denkschriften der königl. bair. Akademie 1814 u. 1815, pag. 193.

[2] Die Anwendung des Spectralapparates zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. Tübingen 1871, p. 51 u. d. f.

[3] Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren etc. Tübingen 1873, p. 19.

Lamansky[1] und Dobrowolsky[2] vom rothen gegen das violette Ende hin zunimmt. Und endlich vom Contraste.

Alle diese Momente sind aber wieder abhängig von der absoluten Helligkeit des einfallenden Lichtes. Mit wachsender Helligkeit des letzteren werden die Streifen schmäler, wovon man sich leicht durch Drehen eines vor dem Polariseur angebrachten dritten Nicol'schen Prismas überzeugen kann.

Wenn man nun auch die Versuche immer nur bei directem vom Heliostaten auf den Spalt des Spectroskopes reflectirten Sonnenlichte vornimmt, so ist doch eine vergleichbare Bestimmung der Breite der dunklen Interferenzstreifen in den einzelnen Beobachtungen äusserst misslich, man stösst hier auf ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Bestimmung der Breite von Absorptionsstreifen, und das ist nach den obigen Auseinandersetzungen auch leicht verständlich.

Dagegen habe ich mich überzeugt, dass es für die Streifen von den Ordnungszahlen 2 und II angefangen, wenn die Streifen nicht über die Linie *G* und *B* hinaus beobachtet werden, wo ihre gegen das Ende des Spectrums gerichtete Grenze undeutlicher wird, immer leicht gelingt, die Mitte eines dunklen Interferenzstreifens mit einem im Ocular befindlichen Faden oder mit einem bestimmten Theilstriche eines über das Spectrum projicirten Massstabes zur Deckung zu bringen.

Einstellungen dieser Art, die ich selbst oft und oft wiederholte, und die ich zur Controlle auch von anderen, sogar in derlei Versuchen völlig ungeübten Augen vornehmen liess, ergaben mir, dass die Aufgabe, die Mitte des dunklen Interferenzstreifens mit dem Faden im Ocular oder mit einem bestimmten Theilstrich des Massstabes zur Deckung zu bringen, rasch und sicher und mit verschwindend kleinem Fehler erfüllt werden kann.

Ich werde darum für die Bestimmung der Lage der Streifen im Spectrum bei sonst möglichst gleich erhaltenen Versuchsbedingungen nur von dem letzten Mittel Gebrauch machen, die Breite der Streifen aber nur in den Fällen berücksichtigen, wo die oberflächliche Schätzung derselben schon brauchbare Resultate liefert.

---

[1] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XVII, 1. p. 123.

[2] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XVIII, 1. p. 74.

Dass die scheinbare Mitte eines dunklen Interferenzstreifens mit der theoretischen Mitte desselben ziemlich genau übereinstimmt, geht aus zwei Beobachtungen hervor, welche ich hier anführen muss.

Wenn man die Mitte eines der dunklen Interferenzstreifen von der zweiten Ordnung angefangen genau auf die Linie *D* einstellt und dann nur Natronlicht einfallen lässt, so wird dieses vollständig ausgelöscht.

Es gelingt leicht, sich von Gypstafeln Stücke abzuspalten, welche das Roth IV. Ordnung zeigen.

Unter diesen kommen aber häufig solche vor, welche das Minimum IV zwischen parallelen Nicol'schen Prismen für die Linie *D* zeigen.

Auch unter den im Handel vorkommenden mit Roth IV. Ordnung bezeichneten Gypsplättchen kommen solche vor.

Wenn man nun durch die parallel gestellten Nicol'schen Prismen und das zwischen dieselben eingeschaltete Gypsplättchen, welches ein sehr helles bläuliches Grün zeigt, auf eine Natronflamme hinsieht, erscheint dieselbe vollständig ausgelöscht. An dem Gypskeile kann man sich aber leicht überzeugen, dass ein Minimum von Veränderung in der Einstellung nach der einen oder anderen Richtung genügt, um die Natronflamme wieder sichtbar zu machen.

Auf die zweite Beobachtung, welche dafür spricht, dass die beobachtete Mitte der Interferenzstreifen mit der theoretischen Mitte derselben übereinstimmt, werden wir später zurückkommen.

Man findet nämlich für die Farben der Newton'schen Ringe im reflectirten Lichte, wenn man diese prismatisch zerlegt, eine vollständige Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung. Diese Thatsache soll aber im Zusammenhange mit den Farben dünner Blättchen behandelt werden.

3. Das Roth I. Ordnung.

Ich werde jetzt die Spectralanalyse der Interferenzfarbenscale mit einem bestimmten Farbenbereiche beginnen und wähle dazu aus Gründen, die sich bald ergeben werden, das Roth I. Ordnung im reflectirten Lichte oder zwischen gekreuzten Nicols, die Farbe, welche das erste Ringsystem schliesst.

An keilförmigen Stücken, welche ich mir von Tafeln krystallisirten Gypses selbst abspaltete und an den schon erwähnten dünnen Gypskeilen, welche die Farben der I. bis III. Ordnung zeigen, ergab mir die prismatische Analyse des Roth I. Ordnung, dass im Spectrum dieser Farbe ein dunkler Interferenzstreifen zwischen den Fraunhofer'schen Linien *F* und *E* auftritt und zwar ist die Lage der Mitte dieses Streifens zwischen den Wellenlängen von 490—505 Milliontel Millimeter variabel, geht der Streifen nach oben oder nach unten über diese Grenzen, so geht das Roth in Purpur oder in Orange über.

Nach diesen Bestimmungen, deren Methode im folgenden Abschnitte beschrieben werden soll, habe ich die Lage und Ausdehnung des Roth I. Ordnung in unsere Tafel I eingetragen (siehe dort unter Farbenfolge des Gypskeiles, Längscolumne zwischen den Abscissen 300 und 380) und sind dort die diesem Farbenbereiche zugehörigen Spectren durch ein der Abscissenaxe parallel verschobenes Lineal leicht aufzusuchen.

Der im Spectrum des Roth I. Ordnung auftretende Streifen entspricht der Ordnungszahl 2 unserer Minimumscurven.

Ich finde nicht, dass diese Definition des Roth I. Ordnung auf Grund der prismatischen Analyse desselben bisher festgestellt worden wäre. Es ist das aber eine für die ganze Scale der Interferenzfarben sehr wichtige Thatsache, denn sie widerlegt eine ganz allgemein verbreitete Annahme, dass das Roth I. Ordnung bei der Dicke auftrete, wo das spectrale Roth sein erstes Maximum besitzt.

Dort findet sich, wie wir gleich sehen werden, in der Scale der Interferenzfarben kein Roth, sondern Gelb.

Dass das erste Maximum des Roth bestimmend für das Roth I. Ordnung ist, muss auf Newton's Anschauung über diese Farbe zurückgeführt werden.

Ich will sie mit Newton's eigenen Worten hier anführen, da aber diese an die im Eingange erwähnte Construction anknüpfen, so muss ich den Anfang derselben in getreuer Copie (siehe Tafel II, Fig. 2) auch hier reproduciren. Die letztere werden wir auch noch für spätere Auseinandersetzungen nothwendig brauchen.

Newton[1] sagt: „— *si norman ab AH gradatim per intervalla omnia transferas: quum per primum transierit spatium, quod denotat exiguam vel nullam reflexionem a corporibus tenuissimis factam perveniet ea primo ad 1, colorem violaceum; et statim post caeruleum et viridem, qui una cum violaceo illo conficiunt caerulem, deinde autem perveniet ad flavum et rubrum, quorum quidem accessione caeruleus ille convertitur in alborem; isque albor permanet, interea dum normae acies transit ab I ad 3. postea autem, deficientibus singulatim coloribus ex quibus compositus erat, convertit is sese primo in flavum compositum, deinde in rubrum, et postremo ruber iste deficit ad L. Tum incipiunt colores secundae seriei; —.*“

Nach der früher angeführten Beobachtung tritt das Roth I. Ordnung erst auf bei der Dicke, wo das complementäre Blaugrün ausgelöscht wird, diese liegt aber etwas höher.

Dass an der Stelle, wo das spectrale Roth sein erstes Maximum besitzt als Interferenzfarbe zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen nicht Roth, sondern Gelb auftritt, lässt sich sehr gut zeigen, wenn man vorerst zwischen parallelen Nicol'schen Prismen mit Hilfe des Spectralapparates den Interferenzstreifen I auf die Linie *C* oder *B* Fraunhofer einstellt und dann nach Drehung des Polariseur um 90 Grad und Entfernung des dispergirenden Prismas den Eindruck der Farbe auf das Auge untersucht. Man wird in beiden Fällen Gelb sehen und als Complement bei parallelen Nicols Blau. In dem ersten Falle ist das Spectrum der Interferenzfarbe graphisch dargestellt, in der Geraden der Abscissenaxe parallelen Linie, welche die Curve I—I in *C* durchschneidet, im zweiten Falle durch die Gerade, welche die Curven I—I in *B* durchschneidet. Wenn wir nun in Fig. 3, Taf. II die Schwächungscurven aufsuchen, welche von diesen Geraden durchschnitten werden, so erhalten wir für die Einstellung auf *C* I.

---

[1] L. c. Lib. II, part. II.

Tabelle IX.

Zwischen gekreuzten Nicols		Spectralfarbe	Zwischen parallelen Nicols	
Lichtstärke in % der ursprünglichen Lichtstärke	Wellenlänge in Milliontel Millimetern		Lichtstärke in % der ursprünglichen Lichtstärke	Wellenlänge in Milliontel Millimetern
99	*B*	Roth	1	*B*
100	*C*		0	*C*
99	616	Orange	1	616
96	*D*		4	*D*
91	560	Gelb	9	560
85	538		15	538
78	516	Grün	22	516
69	500		31	500
60	482	Blau	40	482
50	466		50	466
40	450		60	450
31	*G*	Violett	69	*G*
Resultirende Farbe	Braun Gelb		Resultirende Farbe	Blau

Und für die Einstellung auf *B*I.

Tabelle X.

Zwischen gekreuzten Nicols		Spectralfarbe	Zwischen parallelen Nicols	
Lichtstärke in % der ursprünglichen Lichtstärke	Wellenlänge in Milliontel Millimetern		Lichtstärke in % der ursprünglichen Lichtstärke	Wellenlänge in Milliontel Millimetern
100	*B*	Roth	0	*B*
99	643	Orange	1	643
96	612		4	612
91	588	Gelb	9	588
85	560		15	560
78	538		22	538
69	518	Grün	31	518
60	500		40	500
50	484	Blau	50	484
40	466		60	466
31	450		69	450
22	434	Violett	78	434
Resultirende Farbe	Braun Gelb		Resultirende Farbe	Blau

Man ersieht daraus, dass in beiden Fällen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen Violett und Blau die am meisten geschwächten Farben sind, dass dagegen neben dem mit voller Intensität auftretenden Roth auch noch Orange und Gelb mit nahezu voller Intensität vorhanden ist, während Grüngelb und Grün noch über der halben Intensität sich befinden, daraus resultirt aber Braungelb.

Im Complement ist aber neben dem ausgelöschten Roth auch noch Orange und Gelb nahezu ausgelöscht und daraus resultirt das Blau.

Hier war uns nur daran gelegen, zu zeigen, dass das Roth I. Ordnung erst bei höheren Dicken auftritt, als bei welchen das erste Maximum für das spectrale Roth vorhanden ist und darum mussten wir auch das unter dem Roth I. Ordnung liegende Gelb in Betracht ziehen; auf die Farben unter dem Roth I. Ordnung kommen wir aber später noch ausführlich zurück.

Zunächst sollen uns jetzt die Farben vom Roth I. Ordnung nach aufwärts beschäftigen.

4. Die Farben vom Roth erster Ordnung nach aufwärts.

Für die Bestimmungen an diesen Farben wendete ich wieder die erwähnten dünnen Gypskeile an, welche ich von Dr. Steeg erhielt und zwar untersuchte ich vier solcher dünner Keile. Zwei derselben zeigen die Farben der ersten bis dritten Ordnung, während die anderen zwei von den Farben der dritten Ordnung bis zum Grün der sechsten Ordnung gehen.

In der Bezeichnung der Farbenbereiche werde ich mich grösstentheils Brücke[1] anschliessen; weil er vorzugsweise dem Wechsel der Töne folgend, in einer genügenden Anzahl von Stufen den Eindruck wiedergibt, welchen die aufeinanderfolgenden Farben der Newton'schen Ringe bei der unmittelbaren Beobachtung auf das Auge machen.

In Brücke's trefflicher Beschreibung der Farbenfolge ist eine grössere Anzahl von Abstufungen hervorgehoben als in

---

[1] L. c.

jener Newton's.[1] Sowie aber bei Brücke auch einzelne Farbennuancen besonders hervorgehoben erscheinen, so ist es leicht möglich in dieser Beziehung noch weiter zu gehen.

Newton und Brücke waren in der Lage, die Farben neben einander zu vergleichen.

Die Richtung der Aufmerksamkeit geht dann vorzüglich dahin, die den Hauptfarben entsprechenden Töne zu unterscheiden und anzugeben, in welcher Weise diese Töne besonders nuancirt sind.

In einer anderen Lage befindet sich der Beobachter, wenn er die Farben der Scale nur nach einander in vielfachen Abstufungen über grössere Flächen ausgebreitet wahrnimmt, wie das der Fall war bei den später noch näher zu berührenden Versuchen Wertheim's[2] über künstliche Doppelbrechung isotroper Körper, die er benützte, um seine Tafel der Farbenfolge der $3^1/_2$ ersten Ordnungen zu entwerfen, welche in viele Bücher übergegangen ist.

Ich habe mich selbst davon überzeugt, dass man beim langsamen und successiven Comprimiren von Glas zwischen gekreuzten Nicols den ganz unwiderstehlichen Eindruck gewinnt, dass dabei eine viel reichere Farbenfolge zur Beobachtung komme, als man sie an keilförmigen Stücken von Gyps anzunehmen geneigt war.

Natürlich ist aber diese Differenz, da es in beiden Fällen erlaubt ist, die Dispersion bei der doppelten Brechung in Bezug auf die Grösse der letzteren zu vernachlässigen, nur eine scheinbare durch Nebenumstände der Beobachtung bedingte.

Für jede Farbe, die ich an meinem comprimirten Glase hervorbrachte, war es mir in der That auch sehr leicht, den schmalen Streifen derselben Farbe am Gypskeil aufzusuchen, wenn ich beide Farben der prismatischen Analyse unterwarf.

Auf eine ähnliche Erscheinung wie bei der Vergleichung der Farben des comprimirten Glases mit denen eines Gypskeiles, stösst man auch, wenn man eine sehr grosse Reihe bezeichneter käuflicher Gypsplättchen nach einander untersucht.

---

[1] Opt. Lib. II, pars I. Observ. IV u. Tab. I, Fig. 3.

[2] L. c.

Auch die Farben dieser gelingt es aber immer an den richtigen Ort des Keiles zu verlegen, wenn man sich der prismatischen Analyse ihrer Farbe bedient, und Angaben, wie die von Nägeli und Schwendener[1] gemachte, „dass die Farben der käuflichen Gypsplättchen den eingebildeten Abstufungen nicht immer genau entsprechen und dass oft die gleichnamigen Nummern derselben Fabrik einen merklich abweichenden Ton hervorrufen;" erscheinen uns dann eben so richtig als selbstverständlich. Es sind eben verschiedene, demselben Farbenreiche angehörige Abstufungen.

Unser Auge ist aber nach den Untersuchungen von Mandelstamm,[2] Lamansky[3] und Dobrowolsky[4] sehr empfindlich gegen den Wechsel im Farbenton einer bestimmten Spectralfarbe.

Und darum wird es bei der Beurtheilung der Aufeinanderfolge der Farben in den Newton'schen Ringen wesentlich darauf ankommen, ob wir die Farbentonwechsel innerhalb eines derselben Spectralfarbe entsprechenden Farbentones in Betracht ziehen wollen, oder ob wir hauptsächlich nur den Wechsel von einer Specralfarbe zur andern hervorheben wollen.

Dass sich hier der blossen Beurtheilung des Eindruckes auf das Auge gewisse Schwierigkeiten entgegenstellen, begreift sich von vorneherein.

Uns wird aber gerade die spectroskopische Beobachtung hier wesentliche Dienste leisten. Steht sie zur Seite, dann wird über die Grenzen und die Ausdehnung der benannten Farbe kein Zweifel obwalten können.

Versuche, wie jene von Wertheim,[5] bei welchen die Interferenzfarben als Untersuchungsmittel benützt werden, würden erst dann eine volle Sicherheit erhalten, welche ihnen, wie wir später sehen werden, so wie sie vorliegen nicht zukommt.

Nach dieser Verständigung über die Benennung der Farben muss ich hier noch die Vorrichtungen besprechen, welche mir bei diesen, sowie bei den schon früher (Absch. 1) angeführten Unter-

---

[1] Das Microscop. II. Auflage, Leipzig 1877, p. 330.
[2] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XIII, 2, p. 399.
[3] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XVII, 1, p. 131.
[4] Archiv für Ophthalmologie, Bd. XVIII, 1, p. 66.
[5] L. c.

suchungen dienten. Sie weichen von bekannten und gebräuchlichen Einrichtungen nur in ein paar Punkten ab, welche auf leichte Handhabung während einer grösseren Reihe von Beobachtungen abzielen. *a*, *b*, *c*, *d*, Fig. 4, Taf. III, ist ein zu beiden Seiten offenes viereckiges Kästchen, in dessen vorderer und hinterer Wand sich zwei Röhren *e* und *f* zur Aufnahme der Nicol'schen Prismen befinden. Von rechts nach links und umgekehrt, ist durch das Kästchen in Schlittenführung der Rahmen *g h*, in welchen der Keil *i* eingepasst werden kann, mittelst der Schraube *k*, die am Kästchen bei *a* drehbar festliegt, zu verschieben; an den Rahmen greift die Schraube mittelst des Stäbchens *l* an, welches an die Mutter *m* durch den Zapfen *n* befestigt wird. Diese Verbindung ist darum hergestellt, dass nach Entfernung des Zapfens *n* der ganze Rahmen nach der der Schraube gegenüberliegenden Seite aus dem Kästchen herausgezogen werden kann, wenn der eine oder der andere Keil in den Rahmen gepasst werden soll. Die den Analyseur enthaltende Röhre ist von einem Deckel verschlossen, welcher einen 5 Mm. langen Spalt enthält, so dass nur ein Streifen von dieser Breite bei jedem Keil benützt und Ungleichmässigkeiten des Schliffes möglichst eliminirt werden. Die letzteren geben sich übrigens sofort durch einen gebrochenen oder schiefen Verlauf der Interferenzstreifen im Spectrum kund. Der Spalt im Deckel ist breiter, als der Spalt im Spectroskop, welchem er bei der gezeichneten Lage des Apparates genau gegenübersteht, und zwar möglichst nahe an denselben herangerückt. *o* ist das Rohr mit Spalt und Collimatorlinse, *p* sind die Prismen, *g* das Fernrohr, *r* das Scalenrohr des Spectroskopes.

Auf den Polariseur fällt das Licht der Sonne mittelst eines Heliostaten, der sich vor der Röhre *s* befindet, welche aus zwei in einander schiebbaren Theilen besteht.

Das Kästchen *a*, *b*, *c*, *d* mit allen daran festen Theilen ruht auf einer Grundplatte, welche mit den punktirten Conturen angezeigt ist. Diese Platte ist aber mit der ganzen Vorrichtung drehbar um einen conischen Zapfen *u*, der auf einem schweren, festen Fusse sitzt. Wird die Vorrichtung um 90° gedreht, dann kommt *f* nach *f'* und *e* nach *e'* zu liegen, und nun kann der Beobachter durch das Rohr *o*, welches ebenfalls leicht in seine Lage gebracht werden kann, die im Spalt des Deckels von *f* erschei-

nende Interferenzfarbe frei betrachten, wenn von dem Spiegel *wx* Licht von einer hell beleuchteten weissen Wand durch die Vorrichtung geworfen wird.

Die zwei Lagen des Apparates, bei deren einer die Interferenzfarbe, bei deren anderer ihr Spectrum beobachtet werden kann, sind durch die Einschnitte *y* und *y'*, in welche das bei *z* an einem kleinen nur in der Richtung *y'z* beweglichen Hebel sitzende Prisma passt, gesichert.

So die Einrichtung bei den Untersuchungen mittelst eines grösseren Spectralapparates.

Man kann aber, und zwar schon in ziemlich vollkommener Weise, die Versuche mittelst eines Mikrospectroskopes anstellen. Dasselbe muss aber so eingerichtet sein, wie das von Zeiss construirte, d. h. es muss das Prisma mittelst eines Hebels über dem Ocular auszulegen sein, so dass man bequem und rasch mit und ohne Prisma auf den Spalt hinsehen kann. Den Polariseur brachte ich unter dem Objecttisch an, den Analyseur unmittelbar unter dem Spectrumocular.

Auf dem Objecttische aber befestigte ich die einfache Schlittenvorrichtung Fig. 5, Taf. III.

Sie besteht aus zwei Rahmen, einem unteren *abcde*, in welchem der obere *fghi* mittelst Schlitten und Schraube *k* verschiebbar ist. Die Schraube liegt im oberen Rahmen drehbar bei *l* fest, während *c* am unteren Rahmen befestigt ist. Auf den oberen Rahmen werden die Keile gelagert. Durch passende Mäntel aus undurchsichtigem, schwarzem Papier wird alles falsche Licht möglichst abgehalten.

Das Sonnenlicht wird mittelst eines Heliostaten immer in derselben Richtung auf den festgestellten Spiegel des Mikroskopes geworfen. Man kann dann bei vorgelegtem Prisma die Spectren und darauf, indem man das Prisma auslegt, die im Spalt erscheinende Interferenzfarbe beobachten.

Bei der letzteren Beobachtung muss aber das Licht geschwächt werden.

Man erreicht das am besten, wenn man an Stelle des ausgelegten geradsichtigen Prismas des Spectrumoculares ein in einem dem Tubus des geradsichtigen Prismas an Länge gleichen Tubus eingeschlossenes Nicol'sches Prisma bringt.

Diesen dritten Nicol stellt man aber durch Drehen um seine Axe so ein, dass die Lichtstärke der im Spalt erscheinenden Farbe derjenigen gleicht, in welcher man die Farben bei diffusem Lichte am hellen Tage wahrnimmt.

Um nun zu ermitteln, wie die in der später folgenden Tabelle verzeichneten Farbenabstufungen mit der Reihe der aufeinanderfolgenden Spectren zur Deckung gelangen, ist es vorerst nothwendig, dass man sich durch oft und oft wiederholte Anschauung die Farbenfolge sehr wohl eingeprägt hat, was mittelst der Gypskeile leicht geschehen kann, wenn man dieselben bei schwacher Vergrösserung im Polarisationsmikroskope einmal zwischen gekreuzten und dann wieder bei parallelen Nicol'schen Prismen in der Farbenfolge auf- oder absteigend untersucht. Man wird sich dabei des früher erwähnten Schlittens mit grossem Vortheile bedienen. Ist diese Bedingung erfüllt, dann kann man an die Lösung der bezeichneten Aufgabe in dreifach verschiedener Weise gehen.

Erstens, man stellt von den Interferenzstreifen für das Roth I. Ordnung ausgehend die Interferenzstreifen im Spectrum auf dem über das Spectrum projicirten Massstabe successive vorrückend auf bestimmte Theilstriche ein, beobachtet für jede Einstellung die im Spalt erscheinende Farbe, nach der früher erwähnten Weise und notirt diese Farbe. Ich habe mir für meinen grossen Spectralapparat und die daran befindliche Scale den Werth der einzelnen Theilstriche bei einer bestimmten Orientirung der Scale in Theilen des Angström'schen Massstabes sehr genau ausgewerthet und in einer dann immer benützten Tabelle zusammengestellt, von welcher ich nur bemerke, dass sie zwischen den Linien G und B 201 Theilstriche umfasst. Ein feineres Hilfsmittel für die Lagebestimmung der Interferenzstreifen stand mir nicht zu Gebote. Ich glaube aber, dass der mit diesem Hilfsmittel erreichbare Grad von Genauigkeit für die Zwecke dieser Arbeit als ausreichend befunden werden wird.

Das Mikrospectroskop von Zeiss besitzt bekanntlich einen nach Wellenlängen getheilten Massstab und kann, wenn auch mit einem viel geringeren Grade von Genauigkeit ebenfalls zu den Versuchen benützt werden. Man kann dann von halben zu halben Theilstrichen vorrücken.

Zu Seite 213.

Spectrenreihe der Interfer chnittenen Gypskeiles vom Roth

Farben, welche bei der bezeichnet beginnen			Spectrum beim Beginn der bezeichneten Farben.					
Zwischen gekreuzten Nicols	Zwischen		V	6	VI	7	VII	8
Roth	Blaugrü		—	—	—	—	—	—
Purpur	Grün (bl		—	—	—	—	—	—
Violett	Gelbgrü		—	—	—	—	—	—
Indigo	Gelb (he		—	—	—	—	—	—
Himmelblau	Goldgel		—	—	—	—	—	—
Himmelblau (heller)	Orange		—	—	—	—	—	—
Blaugrün (sehr hell)	Roth		—	—	—	—	—	—
Grün (hell)	Purpur (		—	—	—	—	—	—
Gelbgrün	Violett		—	—	—	—	—	—
Gelb	Blau		—	—	—	—	—	—
Orange (hell)	Blau (he		—	—	—	—	—	—
Roth	Bläulich		—	—	—	—	—	—
Purpur	Grün		—	—	—	—	—	—
Violett	Gelbgrü		—	—	—	—	—	—
Blau	Gelb		—	—	—	—	—	—
Meergrün	Fleischr		—	—	—	—	—	—
Grün	Purpur		—	—	—	—	—	—
Gelbgrün (blass)	Graubla		—	—	—	—	—	—
Gelb (falb)	Graubla		—	—	—	—	—	—
Roth	Meergrü		—	—	—	—	—	—
Purpur (dann matt Purpur)	Grün (da		—	—	—	—	—	—
Graublau	Gelb (ma	1	—	—	—	—	—	—
Meergrün	Fleischr	4	—	—	—	—	—	—
Grün (dann Graugrün)	Graurot	2	—	—	—	—	—	—
Grauroth (dann Roth und Mattroth)	Graugrü Grünli	0	450	—	—	—	—	—
Blaugrün (matt anfangend und endigend)	Fleischr	5	516	468	—	—	—	—
Fleischroth (matt anfangend und endigend)	Meergrü	5	562	510	468	432	—	—
Blaugrün (matt anfangend)	Fleischr		630	570	525	482	448	—

Bei dem in meinem Besitze befindlichen Zeiss'schen Spectrumocular wird aber, während selbst im lichtschwachen violetten Ende die Einstellungen sehr genau ausfallen, im rothen Ende die Einstellung über die Linie *C* hinaus etwas unsicher.

Zweitens, sucht man sich vorerst vor dem Spalt die Farben auf und erzeugt dann das denselben entsprechende Spectrum.

Die dritte Methode, welche aber nur zu einer anschaulichen Controlle, der nach den beiden ersten Methoden erhaltenen Resultate dienen soll, besteht darin, dass man bei weit geöffnetem Spalt des Spectrumoculars und bei ausgelegtem Prisma desselben die Farbengrenzen einstellt auf zwei feine Zeigerchen aus Schellackfaden, welche genau mit der Richtung des wieder geschlossenen Spaltes zusammenfallen und sich einander gegenüber leicht im Spectrumocular anzubringen sind. Nachdem dann der Spalt wieder verengt wurde, wird durch Einlegen des Prismas das Spectrum der vorher eingestellten Farbengrenze erzeugt.

Für diese letztere Methode ist der grössere Spectralapparat nicht brauchbar.

Durch oft und oft wiederholte Beobachtungen nach den genannten drei Methoden wurde ich zu den in der Tabelle XI verzeichneten Resultaten geführt, die ich jetzt immer wieder bestätigt finde, wie oft ich die Versuche auch wiederholen mag. Die Einrichtung der Tabelle XI enthebt mich weiterer Auseinandersetzungen umsomehr, als ich in Tafel I neben unsere Construction die bei den Beobachtungen erhaltenen Besultate unter Farbenfolge des Gypskeiles (Längscolumne zwischen den Abscissen 300 und 380, Taf. I.) eingetragen habe, so dass man mittelst eines parallel der Abscissenaxe verschobenen Lineales die dem Bereich jeder einzelnen der unterschiedenen Farben entsprechenden Spectren leicht aufsuchen kann; nur so viel sei über die Einrichtung der Tabelle XI noch bemerkt, dass in derselben immer der Beginn einer Farbe notirt ist, diese reicht dann bis zum Beginn der nächsten u. s. f., wie das auch aus den in Tafel I durch dicke Querstriche eingetragenen Farbengrenzen zu ersehen ist.

Ob und wie genau verschiedene Beobachter bei der Bestimmung der Grenzen der Farben mit einander übereinstimmen werden, weiss ich für jetzt nicht anzugeben.

Nach dem, was ich früher über die Benennung der Farbenbereiche anführte, ist es klar, dass wir uns bei der Bestimmung der Grenzen in einer sehr ähnlichen Lage befinden wie bei dem Versuche das Spectrum in die Bezirke der sieben oder neun Hauptfarben abzutheilen.

Die theoretische Beziehung, in welcher die letztere, vielfach discutirte und in sehr verschiedener Weise beantwortete Frage zu unserem Gegenstande steht, soll aber hier nicht weiter berührt, sondern erst an einem späteren Orte aufgenommen werden.

Für die Interferenzfarben muss hier nur nochmals hervorgehoben werden, dass die prismatische Zerlegung die Resultate der einzelnen Beobachter dadurch leicht vergleichbar macht, dass über den Ort der Farbengrenzen in der Farbenfolge nach Angabe des ihnen entsprechenden Spectrums oder der Spectren, welche zwischen denselben liegen, kein Zweifel obwalten kann.

5. Die Farben unter dem Roth I. Ordnung.

Unter diesen Farben sind besonders ausgezeichnete zwischen parallelen Nicol'schen Prismen vorhanden und zwar sind das diejenigen, welche dem Bereiche der Minimumscurve I—I entsprechen.

Ihre Besonderheit ist bedingt durch die wenig geneigte Lage der Minimumscurve I—I. Nach Tabelle V beträgt der Unterschied zwischen den Ordinaten G und B der Curve I—I nur

$$\begin{array}{r} 0\cdot035596 \\ -0\cdot021356 \\ \hline 0\cdot014240 \end{array}$$

Der im Spectrum zu beobachtende, dieser Curve entsprechende Interferenzstreifen I ist der breiteste, seine Grenzen sind am meisten verwaschen und dadurch entstehen dunkle und dabei gesättigt erscheinende Farben, welche diese Lage der Interferenzfarbenscale besonders auffallend machen.

Es gilt dies namentlich von dem dabei auftretenden tiefen Braun, welches Brücke[1] als das Complement des zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen auftretenden hellen Lavendelgrau zuerst erkannt hat.

[1] Über das Wesen der braunen Farbe. Poggend. Ann. Bd. LXXIV, pag. 461.

Brücke's Verdienst ist es auch, die Farbenfolge, unter dem Roth I. Ordnung, welche nicht blos das Bereich der Minimumscurve I—I, sondern auch das Intervall zwischen der mit der Abscissenaxe zusammenfallenden Curve 1—1 und *G* I und das Intervall *B* I und 490 (2) umfasst (s. Taf. I), genauer beschrieben zu haben.

Die diesem Theile unserer Construction entsprechende Farbenfolge ist nach Brücke:[1] Zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen: Schwarz, Lavendelgrau mit zunehmender Helligkeit; Grünlichweiss; Blass-Strohgelb; Braungelb; Orange. Als Complemente treten auf: Weiss, Braun mit zunehmender Dunkelheit und Sättigung; Rothbraun; eine aus dem tiefsten Violett mit etwas Grau gemischte Farbe, welche Brücke nur an gewissen Dahlien gesehen hat; dunkles Violett; Graublau; helleres Graublau. — Bei Newton[2] finden sich dagegen nur *Niger*, *caeruleus*, *albus* und *flavus* für das reflectirte; *Albus*, *Rubeus flavescens*, *niger*, *violaceus* für das durchfallende Licht angegeben.

Es können diese von Newton gewählten Bezeichnungen der Farben, wie Brücke für das „*rúbeus flavescens*", welches dem Braun entspräche, schon bemerkte, nur daran liegen, dass sein Farbenglas ihm die Farben nicht deutlich zeigte.

Wenn wir uns an die von Helmholtz[3] gegebene Definition des Braun als lichtschwaches Gelb und des Rothbraun als lichtschwaches Roth und die jüngst von Brücke[4] gegebene Erweiterung dieser Lehre halten, so geben uns die Spectren der zwischen parallelen Nicol'schen Prismen auftretenden polychromatischen Farben zunächst eine vollständige Erklärung der braunen Töne, die sich unter denselben vorfinden, und die von Brücke mit der Farbe gewisser Dahlien verglichene Farbe erweist sich so als lichtschwaches Purpur.

Ich habe in Fig. 6, Taf. IV, in mit Angström'schen Massstab versehene Spectren, die beim Verschieben eines Gypskeiles auftretenden dunklen, breiten, dem Interferenzstreifen I entsprechenden Schattenbänder so einzuzeichnen gesucht, wie ich sie beim

---

[1] Poggend. Ann. Bd, LXXIV, pag. 584.

[2] Optice Lib. II, pars I. Observat. IV u. Tab. I, Fig. 3.

[3] Physiologische Optik, pag. 281.

[4] Über einige Empfindungen im Gebiete der Sehnerven. Diese Berichte Bd. LXXVII, III. Abth. Febr.-Heft 1878.

Einstellen auf die Grenzen der benannten Farben bei kurzdauernder Betrachtung des Spectrums mit möglichst ausgeruhten Augen wahrgenommen habe.

Es haben die, diesem Interferenzstreifen entsprechenden Schattenbänder ein mattgraues Ansehen, welches sich gegen die Mitte des Bandes ganz allmälig verdunkelt und gehen ebenso an den Grenzen ganz allmälig in die zu beiden Seiten des Bandes zuerst ganz schwach auftauchenden Spectralfarben über, die, wie leicht ersichtlich, noch weit entfernt von der Mitte des Interferenzstreifens eine beträchtliche Schwächung durch die Interferenz erfahren müssen, wodurch auch die Wirkung des Contrastes, welche sonst wesentlich dazu beiträgt, dass die Interferenstreifen scharf hervortreten, wesentlich verringert wird.

Nur beim Vorrücken des Interferenzstreifens gegen das rothe Ende wird derselbe wegen der Verschmälerung des Interferenzstreifens, die der dort im prismatischen Spectrum vorhandenen Contraction entspricht wieder stärker.

Mit der von 0 wachsenden Dicke müssen also zwischen parallelen Nicols auftreten: zuerst Weiss, dann beim Wandern des Interferenzstreifens I vom violetten zum rothen Ende anfangs heller, dann dunkler braune Töne, so lange die Mitte des Interferenzstreifen im Violett und Blau sich befindet; dann Rothbraun; dann dunkel Purpur als Complement des im Maximum ausgelöschten Grün; dann dunkel Violett, dann Blau, wie es in der That der Fall ist.

Als Complemente dieser Farben zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen erscheinen Schwarz, dann ein Grau mit bestimmter, schwach bläulich-violetter Tinte, welches ohne die letztere zu ändern, immer heller wird, die Farben, welche von Brücke als lavendelgrau mit zunehmender Helligkeit bezeichnet werden. Dann grünlich Weiss als Complement des dunkel Purpur. Gelblich Weiss und Blass-Strohgelb als Complemente des dunkel Violett und Blau.

Auffallend für den Beobachter ist, dass die grauen und weissen Farbentöne, welche dem Bereiche des Interferenzstreifens I—I zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen entsprechen, in ihren Abstufungen so wenig hervortreten, während die Complemente zwischen parallelen Nicols wie scharf neben einander

gesetzte satte Farben sich ausnehmen. Bei genauer Vergleichung wird man sich aber auch der Verschiedenheit der ersteren sehr klar bewusst. Beides nach unserer Definition der Farben leicht ersichtlich.

Das blasse Strohgelb geht zwischen gekreuzten Nicols nicht über in das Roth I. Ordnung, welches folgen müsste, wenn es dort auftreten würde, wo das erste Maximum der rothen Strahlen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen auftritt, sondern es folgt, wie Brücke richtig hervorhebt, ein entschiedenes Braungelb und dieses entspricht, wie man sich durch Einstellung des Interferenzstreifens I zwischen parallelen Nicol'schen Prismen auf *C* bis *B* Fraunhofer überzeugen kann, dem ersten Maximum der rothen Strahlen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen; dieses Braungelb ändert sich wenig bis zum Auftreten des Interferenzstreifens 2 zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen und geht, wenn die Mitte dieses letzteren Streifens auf 470 einsteht, in das vor dem Roth I. Ordnung liegende Orange und das letztere bei Einstellung des Streifens 2 auf 490 in das Roth I. Ordnung über.

Die dem Braungelb entsprechende Farbe zwischen parallelen Nicol'schen Prismen ist ein helles Blau, welches etwas ins Grün zieht und in das blasse Blaugrün, welches als Complement des Roth I. Ordnung auftritt, übergeht.

Nach den Ermittlungen dieses Abschnittes finden sich auch die Farben unter dem Roth I. Ordnung in die Tafel I eingetragen. Wo der Farbenname wegen der zu grossen Enge des Raumes nicht eingetragen ist, kann derselbe leicht ergänzt werden.

6. Die Bezeichnungen der Farben nach den vorausgehenden Untersuchungen.

Was ich in der Einleitung über die Bezeichnung der Farben schon berührt habe, wird nach den nun mitgetheilten Untersuchungen am Gypse keiner weiteren Auseinandersetzung mehr bedürfen. Jede Farbe ist vollkommen genau bezeichnet, für welche sich die Wellenlängen des Lichtes, welches in derselben im Maximum ausgelöscht ist und die Ordnungszahlen des an Stelle der ausgelöschten Wellenlänge auftretenden Interferenzstreifens angeben lassen, wenn wir unserer früher gebrauchten Bezeich-

nung der Minimumscurven zwischen gekreuzten und parallelen Polarisationsvorrichtungen gemäss die Ordnungszahlen der Interferenzstreifen im ersteren Falle durch arabische im letzteren Falle durch römische Ziffern ausdrücken.

Mit Ausnahme zweier kleiner Bereiche ist diese Bezeichnungsweise für alle anderen Farbenbereiche der Interferenzfarbenscale anwendbar, nur mit der Einschränkung, dass in einzelnen Fällen für die zwei Glieder eines complementären Farbenpaares dieselbe Bezeichnung gesetzt werden muss, also eine bestimmte Farbe durch die Angabe ihrer Complementärfarbe ausgedrückt werden muss, was, wie leicht begreiflich, die Sicherheit der Bezeichnung nicht verringert, aber wieder durch ein besonderes Zeichen hervorgehoben werden müsste.

Mit Rücksicht auf die letztere Thatsache entschied ich mich dafür, jeder Farbe auch das Zeichen für ihr Complement beizusetzen, obwohl im Grunde genommen jede nach den obigen Principien gebildete Bezeichnung einer bestimmten Farbe auch als ein Ausdruck für die complementäre Farbe angesehen werden muss.

Es ist aber noch ein zweiter Grund für die vorgeschlagenen Doppelzeichen entscheidend.

Die vorgeschlagene doppelte Bezeichnung gibt alle bei einer bestimmten Dicke der farbengebenden Schichte vorhandenen Auslöschungsfälle bestimmter Wellenlängen bei beiden Lagen der Polarisationsvorrichtungen an, und bei der Farbenbestimmung in praxi sind eben diese Coincidenzen entscheidend für die Richtigkeit der angegebenen Ordnungszahlen der Interferenzstreifen.

Ich bilde nun das Doppelzeichen für jede Farbe in der Weise, dass das Zeichen für die Farbe nach Art des Zählers eines Bruches über das Zeichen für die Complementärfarbe geschrieben wird, die nach Art des Nenners eines Bruches unter das erstere und einen beide Zeichen trennenden Querstrich geschrieben wird.

Enthält das dem Zähler entsprechende Zeichen für die Ordnungszahlen der Interferenzstreifen arabische Ziffern und das dem Nenner entsprechende dafür römische Ziffern, so bedeutet das die Farbe zwischen gekreuzten Polarisationsvorrichtungen; im umgekehrten Falle ist die Farbe zwischen parallelen Polarisationsvorrichtungen gemeint.

Auf diese Weise gelangen wir zu einer einheitlichen Bezeichnung aller Farben, da dann an Stelle des Zählers oder des Nenners oder auch beider auch das Zeichen 0 gesetzt werden kann. Der letztere Fall tritt allerdings nicht blos für einzelne Farben, sondern für die zwei kleinen Farbenbereiche ein, bei welchen weder zwischen gekreuzten noch zwischen parallelen Polarisationsvorrichtungen ein dunkler Interferenzstreifen zu beobachten ist, und muss in diesen Fällen dann dem Zeichen noch der Eindruck auf das Auge beigeschrieben werden.

Ich füge zur weiteren Verständigung ein Verzeichniss (Tab. XII[1]) der Farben bei, welche ich an einer ganzen Reihe käuflicher Gypsplättchen beobachtet habe. Neben der bezeichneten Farbe findet sich angegeben, welchem Farbenbereiche dieselbe nach unseren Untersuchungen angehört, und in einer dritten Columne ist die Farbenbezeichnung bemerkt, unter welcher das Gypsplättchen in den Handel gesetzt wurde.

Die verzeichneten Farben sind, wie aus Tab. XII ersichtlich, alle bei gekreuzten Polarisationsvorrichtungen erhalten. Das dem Hellerlavendelgrau I. Ordnung der Tab. XII complementäre Hellbraun würde durch $\frac{430\,(\mathrm{I})}{0}$, das Complement des Braungelb I. Ordnung durch $\frac{0}{420\,(2)}$ bezeichnet sein, ebenso würde $\frac{620\,(\mathrm{III})\;458\,(\mathrm{IV})}{525\,(4)}$ das Grün bezeichnen, welches dem in Tab. XII stehenden Purpur IV. Ordnung complementär ist u. s. w.

Hier sei auch kurz hervorgehoben, wie die so häufig bei den Arbeiten mit dem Polarisationsmikroskope vorliegende Frage nach dem Steigen oder Sinken einer Farbe unter Anwendung des Spectrumoculares leicht beantwortet werden kann.

Erscheinen eines dunklen Interferenzstreifens am violetten Ende des Spectrums, Wandern eines oder mehrerer beobachteter Interferenzstreifen vom violetten zum rothen Ende, bedeutet Steigen der Farbe, gleichgiltig, ob die Streifen in den fraglichen Farben selbst oder in ihren Complementen beobachtet werden.

Dagegen bedeutet Erscheinen eines dunklen Interferenzstreifens am rothen Ende oder Verschiebung eines oder mehrerer

[1] Auf der folgenden Seite.

Tabelle XII.

Verzeichniss der Farben einiger käuflicher Gypsplättchen.

Farbe zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen	Farbenbereich nach unserer Tabelle XI u. Fig. I	Bezeichnung, welche das Plättchen im Handel trägt	Anmerkung
$\frac{0}{430(I)}$	Heller Lavendelgran I. Ordnung	Weiss I. Ordnung	
$\frac{420(2)}{0}$	Braungelb I. Ordnung	Gelb I. Ordnung	
$\frac{500(2)}{0}$	Roth I, Ordnung	Roth I. Ordnung	
$\frac{510(2)}{0}$	„ „	„ „	
$\frac{515(2)}{0}$	Purpur II. Ordnung	„ „	3 Stücke
$\frac{520(2)}{0}$	„ „	„ „	2 Stücke
$\frac{600(2)}{420(II)}$	Himmelblau II. Ordnung	Blau II. Ordnung	
$\frac{E(3)}{B(II)\,G(III)}$	Purpur III. Ordnung	Roth II. Ordnung	
$\frac{540(3)}{445(III)}$	„ „	Violett II. Ordnung	
$\frac{550(3)}{452(III)}$	Violett III. Ordnung	Indigo III. Ordnung	
$\frac{640(3)442(4)}{522(III)}$	Grün III. Ordnung	Grün III. Ordnung	
$\frac{510(4)}{600(III)445(IV)}$	Roth III. Ordnung	Roth III. Ordnung	
$\frac{525(4)}{620(III)458(IV)}$	Purpur IV. Ordnung	„ „	
$\frac{C(4)505(5)}{570(IV)455(V)}$	Roth IV. Ordnung	Roth IV. Ordnung	
$\frac{678(4)520(5)425(6)}{D(IV)468(V)}$	„ „	„ „	

beobachteter Interferenzstreifen vom rothen gegen das violette Ende, sei es im Spectrum der fraglichen Farben selbst, sei es im Spectrum ihres Complementes ein Sinken der Farbe.

In dieser Beziehung wird die Beobachtung mittelst des Spectrumoculares die bisher nothwendigen umständlicheren Versuche durch Combination des doppeltbrechenden Körpers mit einem anderen doppeltbrechenden Körper in der Additions- und Subtractionslage wesentlich vereinfachen.

Es empfiehlt sich für diese Zwecke namentlich das Spectrumocular von Abbe und Zeiss, welches auch bei Anwendung von Kohlenlicht oder des Lichtes einer Petroleumflamme statt des Sonnenlichtes wegen seines nach Wellenlängen getheilten Massstabes, wenn dieser vorausgehend einmal richtig orientirt wurde, der leichten Vergleichbarkeit halber grosse Vortheile für den Beobachter bietet.

7. Die Interferenzfarben dünner Luftschichten und die Dicke der farbengebenden Luftschichten.

Wir wollen nun mit den über die Polarisationsfarben des Gypses gewonnenen Erfahrungen auch an die Untersuchung der weniger leicht zugänglichen Interferenzfarben dünner Luftschichten gehen, da sich, wie wir sehen werden, ganz auffallend ungenaue Angaben über dieselben vorfinden.

Die in Tafel I für den reducirten Gypskeil geltenden, mit den rothen Punkten bezeichneten Curven, welche sich alle im Nullpunkte unseres Coordinatensystems durchschneiden, können auch als die Maximum- und Minimumcurven für die Interferenz des an dünnen Luftschichten reflectirten oder von denselben durchgelassenen Lichtes betrachtet werden.[1]

Für den ersteren Fall gilt die Construction für gekreuzte, für den zweiten Fall jene für parallele Nicol'sche Prismen.

Es ergibt sich daraus sofort, dass auf einem Gypskeil und auf einem Luftkeil nur immer für eine bestimmte Fraunhofer'sche Linie die Maxima und Minima in gleichen oder verhältnissmässig gleichen parallelen Abständen von den Keilkanten aufeinanderfolgen können.

In unserer Construction ist diese Übereinstimmung für die Fraunhofer'sche Linie *D* angenommen. Wenn wir die Dicken der

[1] Vergleiche meine Abhandlung über die Bedeutung etc. l. c. p. 176.

Luftschichten, bei welchen die einzelnen Fraunhofer'schen Hauptlinien im reflectirten oder im durchfallenden Lichte ausgelöscht werden, nach den Formeln

$$D = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \quad \text{und} \qquad 7)$$

$$D = 2(n-1)\frac{\lambda}{4} \qquad 8)$$

in einer ähnlichen Tabelle zusammenstellen, wie früher die Dicken des Gypses, so erhalten wir (siehe pag. 47) die Tab. XIII.

Für die Ordinaten der entsprechenden Construction (Tafel I die mit dem Zeichen 0 versehenen Curven) muss demnach ein anderer Massstab angenommen werden.

Ein Millimeter der Ordinaten unserer Tafel ist gleich 0·000004883 Mill. zu setzen.

Das Verhältniss der Dicken des Gypses zu den Dicken der Luftschichte würde sich ergeben aus der Gleichung der Gangunterschiede in Luft und Krystall

$$2D = d(\gamma-\alpha)$$

$$\text{zu } \frac{d}{D} = 2\left(\frac{1}{\gamma-\alpha}\right) \qquad 9)$$

worin $\gamma-\alpha$ die Brechungsquotienten des Gypses für die Linie D bedeuten.

Für die Ordinaten des reducirten Gypskeiles ergibt sich also das Verhältniss zu den Ordinaten für die Luft zu

$$2 . \frac{1}{0\cdot 009766} = 204\cdot 7922$$

mit dieser Zahl multiplicirt, gehen die Werthe der Tabelle XIII in die Werthe der Tabelle II über. Da aber diese Werthe in unserer Tafel I 1000mal vergrössert wiedergegeben sind, so erscheinen die Luftdicken in unserer Tafel 204792·2mal vergrössert.

Ein Millimeter der Tafel durch diese Vergrösserungszahl dividirt, gibt den oben angeführten Werth 0·000004883.

Wegen der Abweichung unserer empirischen Construction von der berechneten ist die Genauigkeit des Reductionscoëfficienten für die empirische Construction nur eine relative, abhängig von der Genauigkeit des v. Lang'schen Werthes der Differenz

Tabelle XIII.

Bezeichnung der Ordnung der Minima und Maxima		Dicken der Luftschicht in Millimetern, bei welchen für die bezeichnete Fraunhofer'sche Linie das bezeichnete Maximum oder Minimum vorhanden ist.						Anmerkung
n der Minima	*n* der Maxima	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	
1		0·00000000	0·00000000	0·00000000	0·00000000	0·00000000	0·00000000	Für reflectirtes Licht. Für durchfallend. Licht würden 1—8 die Maxima, I—VII die Minima bezeichnen.
	I	0·00010778 (1	0·00012155 (2	0·00013178 (3	0·00014735 (4	0·00016406 (5	0·00017185 (6	
2		0·00021556 (7	0·00024311 (8	0·00026356 (9	0·00029470 (10	0·00032812 (12	0·00034350 (13	
	II	0·00032334 (11	0·00036465 (14	0·00039585 (15	0·00044205 (17	0·00049218 (19	0·00051555 (20	
3		0·00043112 (16	0·00048622 (18	0·00052713 (21	0·00058942 (23	0·00065623 (26	0·00068741 (28	
	III	0·00053890 (22	0·00060775 (24	0·00065890 (27	0·00073675 (30	0·00082030 (33	0·00085925 (35	
4		0·00064668 (25	0·00072933 (29	0·00079068 (32	0·00088410 (37	0·00098436 (41	0·00103050 (42	
	IV	0·00075446 (31	0·00085085 (34	0·00092246 (38	0·00103145 (43	0·00114842 (47	0·00120295 (51	
5		0·00086224 (36	0·00097244 (40	0·00105426 (44	0·00117884 (48	0·00131248 (54	0·00137400 (58	
	V	0·00097002 (39	0·00109395 (46	0·00118602 (50	0·00132615 (56	0·00147654 (63	0·00154665 (65	
6		0·00107780 (45	0·00121555 (52	0·00131780 (55	0·00147350 (62			
	VI	0·00118558 (49	0·00133705 (57	0·00144958 (60				
7		0·00129336 (53	0·00145866 (61					
	VII	0·00140114 (59						
8		0·00150892 (64						

$\gamma - \alpha$ für die Linie *D*. Mit den Werthen $\gamma' - \alpha'$ für *D* (vergleiche p. 19) würde sich die Zahl 204·3944 ergeben.

Für die in Tabelle XIII verzeichneten 65 Auslöschungsfälle bestimmter Fraunhofer'scher Linien durch Interferenzstreifen von bestimmter Ordnungszahl im reflectirten und durchfallenden Lichte gilt, wenn wir uns diese Auslöschungsfälle wieder nach anwachsenden Dicken geordnet vorstellen, die in Tabelle III verzeichnete Anordnung mit den Abweichungen für den reducirten Gypskeil, und zwar bezeichnen die neben den Fraunhofer'schen Linien verzeichneten Ordnungszahlen, wenn römisch, Auslöschung im durchfallenden, wenn arabisch, Auslöschung im reflectirten Lichte.

Es wurde früher darauf hingewiesen, dass es uns für die Lagebestimmung der Mitte der dunklen Interferenzstreifen im Spectrum interessirt, die Übereinstimmung zwischen der von der Rechnung geforderten und der durch die Beobachtung sich ergebenden Einstellung der dunklen Interferenzstreifen auch für einen Luftkeil zu untersuchen. Dazu sollte uns wieder die Aufeinanderfolge der in Tabelle XIII und III verzeichneten 65 Auslöschungsfälle bestimmter Fraunhofer'scher Linien und die Coincidenz mehrerer Auslöschungsfälle dienen.

Bei der prismatischen Zerlegung der Interferenzfarben dünner Luftschichten stösst man aber auf grosse Schwierigkeiten, und ich bin schliesslich nur für die Farben im reflectirten Lichte mittelst des Mikrospectroskopes und eines etwas modificirten Farbenglases zu brauchbaren Resultaten gelangt.

Ich legte in der kleinen Presse, welche Quincke in seinen optischen Experimental-Untersuchungen beschrieben und abgebildet hat,[1] über ein geschliffenes Planglas eine convexe Cylinderlinse (Brillenglas von 80″—60″ Brennweite), und zwar so, dass die Cylinderaxe den dünnen Holzleisten, welche die Linse gegen das Planglas drücken, parallel lag. Hat man eine Auswahl solcher Gläser und drückt die Presse vorsichtig zusammen, so gelingt es leicht, auch wenn die Figur der zu beiden Seiten der Cylinderaxe auftretenden Farbenbänder nicht völlig regelmässig ausfällt, auf einer hinreichend langen Strecke die Farben

[1] Poggend. Annalen, Bd. CXXIX, p, 178, Taf. III, Fig. 4.

in Form von gerade vorlaufenden, an das centrale, schwarze Band sich anschliessenden Bändern zu erhalten. Bringt man dann die ganze Vorrichtung in geneigter Lage auf dem früher beschriebenen Schlitten so unter das Mikroskop, dass die Richtung der Farbenbänder die Bewegungsrichtung des Schlittens kreuzt, so kann man bei geeigneter Beleuchtung die Farben im reflectirten Lichte in ganz ähnlicher Weise verfolgen wie die eines Gypskeiles und sich die Farbenfolge des Luftkeiles genau zur Anschauung zu bringen.

Man wird sich dabei zunächst überzeugen, dass die Farbenfolge des Gypskeiles zwischen gekreuzten Nicols an dem Luftkeil im reflectirten Lichte so genau wiederkehrt, dass man die dort gebrauchten Farbenbezeichnungen auch hier den weiteren Versuchen zu Grunde legen kann.

Die letzteren bestehen wieder in der prismatischen Zerlegung der Interferenzfarben.

Dazu dient das Spectrumocular, wie wir es früher anwendeten, natürlich ohne das früher damit combinirten Nicol'sche Prisma. Der Spalt muss dabei den Farbenbändern des Luftkeiles parallel orientirt werden. Man darf aber das Farbenglas nicht mit directem Sonnenlichte beleuchten, sondern am besten mit dem Lichte leicht bewölkten Himmels in der Nähe der Sonne. Die Fraunhofer'schen Hauptlinien sind dann im Spectrum noch hinreichend gut zu sehen und ebenso die Interferenzstreifen, wenn auch als matte Schattenbänder, doch deutlich wahrzunehmen.

Wenn man nun vorerst das Roth I. Ordnung bei weit geöffnetem Spalt aufsucht und in die Mitte des Spaltes orientirt, dann den Spalt schliesst, so kann man von dem dieser Farbe entsprechenden Interferenzstreifen 2 angefangen, die nachfolgenden zählen und zunächst für die Einstellungen des Streifens 3 auf bestimmte Wellenlängen, die von der Rechnung (vergleiche die Construction Taf. I) geforderten Coincidenzen mit 4; dann bei Einstellung von 4, 5 u. s. w. auf bestimmte Wellenlängen die Coincidenzen mit 5, mit 6, mit 6 und 7 u. s. w. prüfen. Man wird sich von der völligen Übereinstimmung, von Rechnung und Erfahrung leicht überzeugen. Besonders hebe ich hervor, dass ganz ausgezeichnet die Reihenfolge *F*7, *D*6, *G*8 zum Unterschiede vom Gyps (empirisch), wo dieselbe *F*7, *G*8, *D*6 ist, sich beobachten lässt.

Wenn man nun in derselben Weise wie früher bei den Gypskeilen verfährt, um zu ermitteln, in welcher Weise die unterschiedenen Farben die zu beobachtende Spectrenreihe decken, so erhält man nach eben so vervielfältigten Beobachtungen das in der nachfolgenden Tabelle verzeichnete Resultat. (S. pag. 227, Tab. XIV.)

Es kehren also anfangs die beim Gyps für die Farbengrenzen beobachteten Einstellungen wieder, wie das auch gar nicht anders zu erwarten ist. Erst vom Grün III. Ordnung angefangen kommen geringe Abweichungen von den ersteren vor.

Die Farbenfolge für Luft habe ich für die Farben unter dem Roth I. Ordnung und für das Intervall Himmelblau-Gelb II. Ordnung aus den im V. Abschnitte enthaltenen Daten und aus Tabelle XI ergänzt, und dieselbe nach den Angaben der Tabelle XIV in ähnlicher Weise wie die Farbenfolge für den Gypskeil neben der Construction in Tafel I (s. daselbst die Columne: Farbenfolge für Luft zwischen den Abscissen 160 und 240) eingezeichnet.

Würde man einen Gypskeil und eine keilförmige Luftschichte herstellen wollen, auf welcher die Minima für die Linie D Fraunhofer in gleichen parallelen Abständen von der Keilkante aufeinanderfolgen, so müsste, wie leicht ersichtlich, das Verhältniss der Tangenten der Kantenwinkel

$$\frac{\operatorname{tang}\varphi'}{\operatorname{tang}\varphi} = 2 \cdot \frac{1}{\gamma-\alpha}$$

sein, worin $\gamma-\alpha$ wieder die Differenz der Brechungsquotienten für die Linie D bedeutet.

Man kann die unserer Construction Taf. I beigesetzte Farbenfolge für Gyps und Luft auch als die vergrösserte Projection der Farbenfolgen zweier solcher in Bezug auf die D-Linie gleichwirkender Keile betrachten.

Aus der Vergleichung beider wird man aber leicht entnehmen, dass auch die Vertheilung der Farben in beiden Fällen etwas abweicht.

Auf Grund der in Tabelle XIV verzeichneten Einstellungen und der früher angeführten Ergänzungen, habe ich nach den Formeln 7 und 8, also auf den Fall senkrechter Incidenz reducirt, die Dicken der Luftschichten berechnet, welche den bezeichneten Farben entsprechen.

Tabelle XIV.

Spectrenreihe der Interferenzfarben einer keilförmigen Luftschichte im reflectirten Lichte.

Farbe, welche bei der bezeichneten Einstellung beginnt.	Farbenordnung	Ordnungszahlen und Lage der dunklen Interferenzstreifen im Spectrum beim Beginn der bezeichneten Farbe						
		Ordnungszahl 2	3	4	5	6	7	8
Orange	I	470						
Roth		490						
Purpur	II	515						
Violett		545						
Indigo		565						
Himmelblau		600						
Heller Himmelblau								
Sehr blass Blaugrün								
Hell Grün								
Gelbgrün								
Gelb			435					
Orange			465					
Roth			490					
Purpur	III		520					
Violett			550					
Blau			570					
Meergrün			600					
Grün			650	433				
Blass Gelbgrün			680	455				
Falbes Gelb				485				
Roth				500				
Purpur und matt Purpur	IV			520				
Graublau				570	426			
Meergrün				580	435			
Grün und Graugrün				610	456			
Grauroth, Roth und matt Roth				665	498			
Blaugrün	V				585	468		
Fleischroth	VI				632	506	421	
Blaugrün						580	483	414

Lage der Mitte der dunklen Interferenzstreifen, ausgedrückt nach Wellenlängen in Milliontel Millimetern.

Dieselben sind in der Tabelle XV enthalten, welcher ich zwei andere Tabellen zum Vergleiche unmittelbar anfüge. Die eine Tabelle XVI enthält die von Newton[1] angegebenen Luftdicken, die andere Tabelle XVII jene von Wertheim.[2] Die bei Newton und bei Wertheim in Milliontel eines englischen Zolles angegebenen Dicken wurden in Millimeter umgerechnet. Absichtlich habe ich aber bei Newton die Farben lateinisch, wie sie in Clarke's Übersetzung sich finden, beibehalten und ebenso die französischen Bezeichnungen von Wertheim, weil sich daraus Vortheile für die Darstellung ergeben.

In der Tabelle nach Wertheim sind diejenigen Dicken, welche Vielfache von $\frac{\lambda_j}{4}$ die Wellenlänge $\lambda_j = 550 \cdot 6$ gesetzt, darstellen, besonders hervorgehoben. (Siehe p. 231, 232, Tab. XVII.)

Für unsere Werthe (Tabelle XV) müssen wir wegen ihrer Berechnung aus den Lagebestimmungen der Interferenzstreifen im Spectrum eine bisher nicht erreichte Zuverlässigkeit in Anspruch nehmen.

Die Werthe von Newton und Wertheim sind zum Theile gewiss nicht richtig.

Unsere Werthe beziehen sich ferner auf die Grenzen der Bereiche der von uns unterschiedenen Farben. Das ist bei den Werthen Newton's und Wertheim's nicht oder nur zufällig der Fall.

Sie stellen vielmehr nur bestimmten Orten in der Farbenscale entsprechende Durchschnitte bestimmter Farbenbereiche vor.

Darum erscheinen die Abweichungen so schwankend und ungleichförmig nicht nur zwischen den Werthen unserer Tabelle einerseits, und den Werthen von Newton und Wertheim anderseits, sondern auch zwischen den Werthen von Newton und Wertheim selbst wieder.

Ich kann sie demnach nicht unvermittelt neben einander stehen lassen, sondern muss die Gelegenheit benützen, um Ordnung zu bringen, in die, wie ich später nachweisen werde, durch sachliche und literarische Missverständnisse und Ungenauigkeiten ziemlich verwirrten, hie und da niedergelegten Angaben über die Dicke der farbengebenden Luftschichten. (Siehe pag. 52.)

[1] Opt. Lib. II, pars II consid. sup. praem. Obt.

[2] L. c. p. 180.

Tabelle XV.

Dicken der farbengebenden Luftschichten.

Farben-ordnung	Farbe im reflectirten Lichte	Farbe im durchfallenden Lichte	Dicke der Luftschicht in Millim.
I	Schwarz	Weiss	0·000000
	Dunkel Lavendelgrau	Bräunlich Weiss	0·000100
	Heller Lavendelgrau	Hell Braun	0·000107
	Sehr hell Lavendelgrau	Dunkel Braun	0·000116
	Bläulich Weiss	Rothbraun	0·000124
	Grünlich Weiss	Dunkel Purpur	0·000129
	Gelblich Weiss	Dunkel Violett	0·000135
	Blass Strohgelb	Dunkel Blau	0·000140
	Braungelb	Heller Blau ins Grünliche	0·000164
	Orange	Noch heller Blau	0·000235
	Roth	Blass Blaugrün	0·000245
II	Purpur	Blass Grün	0·000257
	Violett	Hell Gelbgrün	0·000272
	Indigo	Hell Gelb	0·000282
	Himmelblau	Goldgelb	0·000300
	Heller Himmelblau	Orange	0·000352
	Sehr hell Blaugrün	Roth	0·000372
	Hell Grün	Tief Purpur	0·000387
	Gelbgrün	Violett	0·000409
	Gelb	Blau	0·000435
	Hell Orange	Heller Blau	0·000465
	Roth	Bläulich Grün	0·000490
III	Purpur	Grün	0·000520
	Violett	Hell Gelbgrün	0·000550
	Blau	Gelb	0·000570
	Meergrün	Fleischroth	0·000600
	Grün	Purpur	0·000650
	Blass Gelbgrün	Graublau	0·000680
	Falbes Gelb	Graublau	0·000726
	Roth	Meergrün	0·000750
IV	Purpur, dann matt Purpur	Grün, dann Gelbgrün	0·000780
	Graublau	Mattgelb	0·000852
	Meergrün	Fleischroth	0·000870
	Grün u. Graugrün	Grauroth	0·000912
	Grauroth, Roth, matt Roth	Graugrün, dann Grün und grünlich Weiss	0·000996
V	Blaugrün matt anf. u. end.	Fleischroth	0·001168
	Fleischroth matt anfang. u. endig	Meergrün	0·001264
VI	Blaugrün matt anfang.	Fleischroth	0·001450

Tabelle XVI

der Dicken farbengebender Luftschichten nach Newton.[1]

Farben-ordnung	Farbe im reflectirten Lichte	Dicke der Luftschichten in Millimetern
I	Nigerrimus	0·000012
	Niger	0·000025
	Nigrescens	0·000051
	Caeruleus	0·000053
	Albus	0·000126
	Flavus	0·000184
	Aureus	0·000206
	Ruber	0·000228
II	Violaceus	0·000284
	Indicus	0·000326
	Caerulens	0·000355
	Viridis	0·000384
	Flavus	0·000414
	Aureus	0·000437
	Ruber clarior	0·000466
	Coccineus	0·000499
III	Purpureus	0·000533
	Indicus	0·000561
	Caeruleus	0·000594
	Viridis	0·000640
	Flavus	0·000689
	Ruber	0·000736
	Ruber subcaeruleus	0·000813
IV	Viridis subcaeruleus	0·000863
	Viridis	0·000896
	Viridis flavescens	0·000914
	Ruber	0·001024
V	Caeruleus subviridis	0·001168
	Ruber	0·001333
VI	Caeruleus subviridis	0·001492

[1] Crassitudo coloratarum lamellarum et particularum. Lib. II pars II. (Columne 1) Aeris.

Tabelle XVII
der Luftdicken nach Wertheim.[1]

Farbenordnung	Farbe im reflectirten Lichte	Farbe im durchfallenden Lichte	Dicke der Luftschicht in Millim. und ganzen Vielfachen von $\frac{\lambda_y}{4}$		Anmerkung
I	Noir	Blanc	0·000000		$\lambda_y = 550{\cdot}6$ Milliontel Millimeter
	Gris de fer	Blanc	0·000020		
	Gris de lavande	Blanc jaunâtre	0·000048		
	Gris bleu	Blanc brunâtre	0·000079		
	Gris plus clair	Jaune brun	0·000109		
	Blanc avec une légère teinte verte	Brun	0·000117		
	Blanc presque pur	Rouge claire	0·000129		
	Blanc jaunâtre	Rouge carmin	0·000133		
	Jaune paille	Rouge-brun très foncé presque noir	0·000137	$\frac{\lambda_y}{4}$	
	Jaune paille	Violet foncé	0·000140		
	Jaune clair	Indigo	0·000153		
	Jaune brillant	Bleu	0·000166		
	Jaune orange	Bleu verdâtre	0·000215		
	Orange rougeâtre	Vert bleuâtre	0·000252		
	Rouge chaud	Vert pâle	0·000268		
	Rouge plus foncé	Vert jaunâtre	0·000275	$2\frac{\lambda_y}{4}$	
II	Pourpre	Vert plus claire	0·000282		
	Violet	Jaune verdâtre	0·000287		
	Indigo	Jaune vif	0·000294		

[1] L. c. p. 180 (Colum. 3) een millionièmes de pouce anglais.

Farbenordnung	Farben im reflectirten Lichte	Farbe im durchfallenden Lichte	Dicke der Luftschicht in Millim. und ganzen Vielfachen von $\frac{\lambda_f}{4}$		Anmerkung
II	Bleu	Orange	0·000351		32) 64) 73) Würden die letzten zwei Stellen nach Wertheim lauten; allein das beruht auf einem Rechnungsfehler, wie ich gefunden habe. Da die drei von Wertheim angegebenen Gangunterschiede 664, 728, 747 nach seiner eigenen Formel sich zu 702, 766 und 784 berechnen (siehe darüber das Folgende).
	Bleu verdâtre	Orange bleuâtre	0·000383		
	Vert	Rouge carmin clair	0·000392		
	Vert plus clair	Pourpre	0·000413	$3\frac{\lambda_f}{4}$	
	Vert jaunâtre	Poupre violacé	0·000421		
	Jaune verdâtre	Violet	0·000433		
	Jaune pur	Indigo	0·000455		
	Orange	Bleu foncé	0·000474		
	Orange rougeâtre vif	Bleu verdâtre	0·000499		
	Rouge violacé foncé	Vert	0·000551	$4\frac{\lambda_f}{4}$	
III	Violet bleuâtre clair (teint de passage	Vert jaunâtre	0·000564		
	Indigo	Jaune impur	0·000575		
	Bleu teint verdâtre	Couleur de chair	0·000629		
	Vert bleuâtre (vert d'eau)	Rouge mordoré	0·000667		
	Vert brillant	Violet	0·000688	$5\frac{\lambda_f}{4}$	
	Jaune verdâtre	Bleu violacé grisâtre	0·000713		
	Rouge rose	Bleu verdâtre	0·000747		
	Rouge carmin	Vert beau	0·000767		
	Carmin pourpre	Vert clair	0·000810		
	Gris violacé	Vert jaunâtre	0·000826	$6\frac{\lambda_f}{4}$	
IV	Gris bleu	Jaune verdâtre	0·000841		
	Bleu verdâtre clair	Gris jaune	0·000855		
	Vert bleuâtre	Mauve	0·000872		
	Vert beau clair	Carmin	0·000905		
	Gris vert clair	Gris rouge	0·000963	$7\frac{\lambda_f}{4}$	
	Gris presque blanc	Gris bleu	0·001003		

Die Tabelle Newton's.

Man kann aus den von Newton für seine Farben angeführten Luftdicken leicht nach den Formeln 7 u. 8 (p. 222) die bei diesen Luftdicken auftretenden Interferenzstreifen berechnen.

Das Ergebniss dieser Rechnung ist in der Tab. XVIII p. 234 zusammengestellt, in welche zugleich die den berechneten Spectren nach unseren experimentellen Bestimmungen entsprechenden Farbenbereiche eingetragen sind.

Nach Tabelle XVIII sind die Orte der von Newton benannten Farben in unsere Tafel I (s. diese) links neben unsere „Farbenfolge für Luft" in die Längscolumne zwischen die Abscissen 240 und 250 eingetragen.

Die in Tabelle XVIII mit Sternchen (*) bezeichneten Wellenlängen haben, wie leicht ersichtlich, eine rein constructive Bedeutung. Es sind jene auf unserer von 0 anfangenden Abscisse zu findenden Wellenlängen, welche von den verlängert gedachten Minimumscurven durchschnitten werden und mit deren Hilfe wir den Ort der Newton'schen Farben niederster Ordnung in unserer Tafel I ermitteln können.

Man wird nun leicht ersehen, dass die von Newton den von ihm unterschiedenen Farben zugeschriebenen Luftdicken für einzelne derselben unmöglich richtig sein könne. So z. B. würde Newton's Ruber primae seriei nach der dafür angegebenen Dicke einen dunklen Interferenzstreifen im blauen Lichte zwischen *G* und *F* Fraunhofer haben müssen, während unsere Versuche ergeben, dass in diesem Falle Gelb auftritt.

Die Dicke für das Roth I. Ordnung muss also höher liegen als sie von Newton angegeben wird. Ähnliches kehrt für andere Angaben Newton's wieder, wie ein Blick auf die Zusammenstellung in unserer Tafel I lehrt.

Newton's Tabelle ist das Resultat einer auf bestimmte Voraussetzungen hin gemachten Construction [1] und soll jene Dicken enthalten, bei welchen eine bestimmte Farbe am klarsten und reinsten hervorgehoben wird.

---

[1] *Hisce igitur positis fundamentis tubulam sequentem construxi in qua crassitudo aeris, aquae et vitri* (die Werthe für Wasser und Glas haben wir nicht citirt) *ea qua crassitudo quisque color exhibetur clarissimus et purissimus, exprimitur partibus unciae in decies centies mille partes inter se aequales divisae. Opti. Lib. II, pars II. Consid. sup. pr. Observ.*

Tabelle XVIII.

Spectren, welche bei den in Newton's Tabelle angegebenen Luftdicken auftreten.

Bezeichnung der Farbe	Farbenordng.	Ordn. zahl	Ordnungszahlen und Lage der dunklen Interferenzstreifen im Spectrum									Farbenbereich nach unserer Tabelle XIV	Farbenordng.
			I	2	II	3	4	5	6	7	8		
Nigerrimus		Lage der Mitte der dunklen Interferenzstreifen ausgedrückt nach Wellenlängen in Milliontel Millimetern	84*	—	—	—	—	—	—	—	—		
Niger			100*	—	—	—	—	—	—	—	—		
Nigrescens			204*	—	—	—	—	—	—	—	—		
Caerulens			212*	—	—	—	—	—	—	—	—		
Albus	I		504	—	—	—	—	—	—	—	—	Bläul. Weiss	I
Flavus			736*	—	—	—	—	—	—	—	—	Braungelb	
Aureus			—	412*	—	—	—	—	—	—	—	„	
Ruber			—	456	—	—	—	—	—	—	—	„	
Violacens			—	568	—	—	—	—	—	—	—	Indigo	
Indicus			—	652	—	—	—	—	—	—	—	Himmelblau	
Caerulens			—	—	473	—	—	—	—	—	—	hell. Himmelblau	
Viridis	II		—	—	512	—	—	—	—	—	—	sehr hellBlaugrün	II
Flavus			—	—	552	—	—	—	—	—	—	Gelbgrün	
Aureus			—	—	—	437	—	—	—	—	—	Gelb	
Ruber clarior			—	—	—	466	—	—	—	—	—	hell Orange	
Coccinens			—	—	—	499	—	—	—	—	—	Roth	
Purpurens			—	—	—	533	—	—	—	—	—	Purpur	
Indicus			—	—	—	561	—	—	—	—	—	Violett	
Caerulens			—	—	—	594	—	—	—	—	—	Blau	
Viridis	III		—	—	—	640	427	—	—	—	—	Meergrün	III
Flavus			—	—	—	689	456	—	—	—	—	bl. Gelbgrün	
Ruber			—	—	—	—	491	—	—	—	—	Falbes Gelb	
Ruber subcaerulens			—	—	—	—	542	—	—	—	—	Purpur und matt Purpur	
Viridis subcaerulens			—	—	—	—	575	431	—	—	—	Graublau	
Viridis			—	—	—	—	597	448	—	—	—	Meergrün	
Viridis flavescens	IV		—	—	—	—	609	457	—	—	—	„	IV
Ruber			—	—	—	—	683	512	—	—	—	Graurth. Roth matt Roth	
Caerul. subviridis	V		—	—	—	—	—	584	467	—	—	„	V
Ruber			—	—	—	—	—	666	533	444	—	Fleischroth	
Caerul. subviridis	VI		—	—	—	—	—	—	597	497	426	Blaugrün	VI

Newton hält sich dabei an seine schon mehrmals erwähnte Figur (vergl. Fig. 2, Taf. II), in welcher die Längen der Linien *YA*, *YB*, *YC*, *YD*, *YE*, *YF*, *YG*, *YH* sich verhalten wie die Cubikwurzeln der Quadrate der Zahlen $^1/_2$, $^9/_{16}$, $^3/_5$, $^2/_3$, $^3/_4$, $^5/_6$, $^8/_9$, welche den Intervallen der phrygischen Tonleiter entsprechen.

Dem Verhältniss der erwähnten, aus der Potenzirung der angeführten Zahlen mit dem Exponenten $^2/_3$ entspringenden Werthen soll das Verhältniss der Dicken der Luftschichten, bei welchen die Grenzen der sieben Hauptfarben im Spectrum reflectirt werden, also das Verhältniss der Grössen entsprechen, welche wir jetzt als Wellenlängen der Farbengrenzen bezeichnen würden.

Das ist die erste Voraussetzung Newton's. Die zweite Voraussetzung ist, dass die Dicken, bei welchen das äusserste Roth und Violett am meisten reflectirt werden, auf den in *A*—*H* (Fig. 2) errichteten Senkrechten in gleichen und verhältnissmässigen Abständen aufeinanderfolgen.

Die dritte Voraussetzung ist die, dass die Zwischenräume für die Reflexion 1—3, *I*—*L*; 5—7, *M*—*O* etc. (Fig. 2) in allen Ordnungen gleich gross seien und dieselbe Grösse haben, wie die dazwischen liegenden Intervalle für die Transmission, was, wie Newton selbst angibt, nicht vollkommen mit der Wirklichkeit übereinstimmt und dass von 2*k* nach 1*I* und 3*L* und ebenso in den anderen Zwischenräumen für die Reflexion. Diese letztere nach einem bestimmten, aber nicht näher anzugebenden Gesetze abnehme.

Die vierte Voraussetzung ist, dass für die Beurtheilung der absoluten Werthe jener Dicken, die durch eine parallel zu *YH* verschobene gerade Linie angezeigt werden, die durch Messung ermittelten Werthe $F\lambda$, $F\mu$ etc. (Fig. 2) i. e. die Dicken der Luftschicht für die stärkste Reflexion des Lichtes an der Grenze von Orange und Gelb (nach Newton $^1/_{178000}$ englische Zoll und dessen gerade Vielfache), als Massstab benützt werden.

Das ist der von Newton auseinandergesetzte Sachverhalt beim Entstehen seiner Tabelle für die Dicken der Luftschicht. Dass die in derselben enthaltenen Werthe nicht so kritiklos benützt werden dürfen, wie das bis in die jüngste Zeit noch

geschah, ergibt sich am besten aus einer Überlegung aller der Schwierigkeiten, auf welche wir stossen würden, wenn wir nur einmal an den Voraussetzungen Newton's die unseren heutigen Erfahrungen entsprechenden Correcturen anzubringen versuchen wollten.

Die erste Voraussetzung Newton's über die Farbengrenzen im Spectrum hielt man durch längere Zeit auch für die Undulationstheorie bestätigt durch die Angaben Fresnel's über die Wellenlängen der Farbengrenzen im Spectrum, bis sich durch die Untersuchung von Drobisch[1] herausstellte, dass Fresnel's Angaben über die Farbengrenzen nicht das Ergebniss eigener Experimente sind, sondern nur die mit dem Factor 4 multiplicirte Wiederholung der Längen einer Anwandlung für die Farbengrenzen, welche Biot[2] mit Hilfe der von Newton für die Grenze von Gelb und Orange gemessenen Länge einer Anwandlung und der früher angeführten Newton'schen Analogie berechnete.

Newton's Analogie im Gewande der Wellenlehre erwies sich aber als unhaltbar und ebenso der Versuch von Drobisch[3] dieselbe durch die Anwendung des Exponenten $^6/_7$ anstatt $^2/_3$ zu verbessern, nachdem man einmal in den Fraunhofer'schen Linien so verlässliche Anhaltspunkte für die Orientirung im Spectrum gefunden hatte.

Sowohl Drobisch[4] als Listing[5] forderten denn auch schon vor längerer Zeit eine Revision der die Interferenzfarbenscale betreffenden Angaben.

Listing[6] weist besonders auf die Nothwendigkeit einer neuen Berechnung der Dicke der farbengebenden Schichten von Luft, Glas und Wasser hin, bei Gelegenheit der Aufstellung seines physiologisch-chromatischen Gesetzes für die Lage der Farbengrenzen im Spectrum.

---

1 Poggend. Ann. Bd. LXXXVIII, p. 519.

2 Anfangsgründe der Erfahrungs-Naturlehre. Deutsch von F. Wolff. Berlin 1819. II. Bd., p. 454.

3 L. c. p. 530 u. d. f.

4 L. c. p. 537 u. 538.

5 Poggend. Annal. Bd. CXXXI, p. 576.

6 L. c. p. 564.

Für die Farbenreihe Braun, Roth, Orange, Gelb, Grün, Cyan, Indigo, Violett, Lavendel findet Listing nach eigenen und anderer Schätzungen der plausibelsten Örter des Übergangs einer Farbe in die andere, sowie der den einzelnen Farbengliedern zukommenden Mitte, dass ein Zuwachs von 48 Billionen Schwingungen den Übergang von einer Spectralfarbe zur andern bedingt.

Die diesem Gesetze entsprechenden Wellenlängen für die Farbengrenzen finden sich bei Listing verzeichnet.

Mir scheint Listing's Gesetz aller Berücksichtigung werth, wenn sich das Bedürfniss einer conventionellen Abgrenzung der Hauptfarben herausstellen sollte; denn wirkliche Grenzen existiren, wie Helmholtz[1] besonders hervorhebt, im Spectrum nicht, sondern sie werden von uns nur der Nomenclatur zu Liebe willkürlich gezogen. — Es ist das ein Gegenstand, auf welchen ich vielleicht an anderem Orte und bei anderer Gelegenheit zurückkommen werde.

Preyer[2] und Chodin[3] haben aber Listing's Gesetz angefochten, weil sie bei ihren Bestimmungen der Lage der reinsten Farben im Spectrum diese nicht durchgehends mit der Mitte der von Listing aufgestellten Farbenglieder zusammenfallen sehen.

Auch die Farbengrenzen, welche Vierordt[4] ohne ausführlicheres Eingehen auf die Angaben Anderer gelegentlich notirt, weichen von denen Listing's wesentlich ab.

Aus dem Gesagten ergibt sich aber zur Genüge, auf welche Schwierigkeiten man heute gleich bei der ersten Grundlage für die deductive Herstellung der Interferenzfarbenscale und der den einzelnen Gliedern entsprechenden Luftschichtdicken stossen würde.

Die zweite Voraussetzung Newton's müsste ohne alle Frage unverändert beibehalten werden. Die dritte betrifft schon wieder die in eine Construction auch nicht mit annähernder

---

[1] Physiologische Optik. Leipzig 1867, p. 270.

[2] Die Verwandtschaft der Töne und Farben. Jenai'sche Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. Bd. V, 1870, p. 376.

[3] Über die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Lichtstärke. Samml. physiol. Abhandl. Herausg. von Preyer. I. Reihe, 7. Heft, Jena 1877, p. 38 u. d. f.

[4] Anw. des Spectralapp. etc. Tübingen 1876, p. 56 u. 57. Tab. XVI.

Sicherheit einzuführende Breite der dunklen Interferenzstreifen. Die vierte Voraussetzung müsste durch auf bestimmte Fraunhofer'sche Linien, oder vielmehr denselben entsprechende helle Metalllinien bezogene Messungen ersetzt werden.

Hätten wir aber auch alle diese Schwierigkeiten überwunden, dann stünden wir immer erst noch vor der schwierigen constructiven Synthese der Interferenzfarben.

Es kann also die Tabelle Newton's heute nicht nur nicht mehr entsprechen, sondern wir können uns auch nicht verhehlen, dass wir auf dem synthetischen Wege Newton's zu einer brauchbaren Ableitung der Dicken der farbengebenden Schichten nicht gelangen können.

Wie wesentlich brauchbar Newton's geniale Construction im Zusammenhange mit dem spectral-analytischen Versuche sich erweist, geht aber aus den früheren Mittheilungen von selbst hervor.

Die Tabelle Wertheim's.

Diese Tabelle führt auf einen ganz anderen Ursprung zurück, als jene Newton's.

Um dieselbe mit der Newton's und der unserigen bequem vergleichbar zu machen, habe ich wieder aus den von Wertheim für seine Farben angeführten Luftdicken nach den Formeln 7 und 8 (p. 222) die bei jenen Luftdicken auftretenden Interferenzstreifen berechnet.

Das Resultat ist in der Tabelle XIX in ähnlicher Weise zusammengestellt, wie in der früheren Vergleichstabelle.

Ich habe auch wieder die Orte der von Wertheim benannten Farben nach den in Tabelle XIX enthaltenen Daten in unsere Tafel I in die Längscolumne zwischen den Abscissen 150 und 160 eingetragen, an der rechten Seite unserer Farbenfolge für Luft und ebenso nach rechts davon in einer besonderen Columne zwischen den Abscissen 40 und 60 die Dicken hervorgehoben, welche Vielfache von $\frac{\lambda_j}{4}$ darstellen.

Man wird auch hier sofort ersehen, dass die Zahlen von Wertheim im Einzelnen unmöglich richtig sein können.

Während z. B. Newton's Ruber prim. ser. einen Interferenzstreifen zwischen G und F haben würde, müsste Wert-

ken auftreten.

Be[…] im reflectirten I[…]	Farbenbereich nach unserer Tabelle XIV im reflectirten Lichte	Farbenbereich nach unserer Tabelle XIV im durchfallenden Lichte	Farben-ordnung
Noir	— — —	— — —	
Gris de fer	— — —	— — —	
Gris de lavande	— — —	— — —	
Gris bleu	— — —	— — —	
Gris plus clair	eller lavendelgrau	Hell Braun	
Blanc avec un lég vert	ehr hell lavendelgrau	Dunkel Braun	
Blanc presque pur	rünlichweiss	Dunkel Purpur	
Blanc jaunâtre	"	"	I
Jaune paille	elblichweiss	Dunkel Violett	
Jaune paille	lass Strohgelb	Dunkel Blau	
Jaune clair	"	"	
Jaune brillant	raungelb	Heller Blau, ins Grünliche	
Jaune orange	"	"	
Orange rougeâtre	oth	Blass Blaugrün	
Rouge chaud	urpur	Blassgrün	
Rouge plus foncé	iolet	Hell Gelbgrün	
Pourpre	ndigo	Hellgelb	
Violet	"	"	
Indigo	"	"	
Bleu	Himmelblau	Goldgelb	
Bleu verdâtre	Sehr hell Blaugrün	Roth	
Vert	Hell Grün	Tief Purpur	
Vert plus claire	Gelbgrün	Violett	II
Vert jaunâtre	"	"	
Jaune verdâtre	"	"	
Jaune pure	Gelb	Blau	
Orange	Hell-Orange	Heller Blau	
Orange rougeâtre vi	Roth	Bläulich Grün	
Rouge violacée fonc	Violett	Hell Gelgrün	
Violet bleuâtre clair de passage)	"	"	
Indigo	Blau	Gelb	
Bleu teinte verdâtre	Meergrün	Fleischroth	
Vert bleuâtre (vert d	Grün	Purpur	III
Vert brillant	Blass Gelbgrün	Graublau	
Jaune verdâtre	"	"	
Rouge rose	Falbes Gelb	"	
Rouge carmin	Roth	Meergrün	
Carmin pourpre	Purpur, dann matt Purpur	Grün, dann Gelbgrün	
Gris violacé	"	"	
Gris bleu	"	"	
Blen verdâtre clair	Graublau	Matt Gelb	
Vert bleuâtre	Meergrün	Fleischroth	IV
Vert beau clair	"	"	
Gris vert clair	Grün, Graugrün	Grauroth	
Gris presque blanc	Grauroth, Roth, matt Roth	Graugrün, Grün, Grünlichweiss	

heim's Rouge chaud und Rouge plus foncé I. Ordnung einen Interferenzstreifen zwischen E und D besitzen. In der That finden wir aber für Roth I. Ordnung einen Interferenzstreifen zwischen F und E.

Der Tafel Wertheim's liegen zunächst messende Versuche über den Gangunterschied der zwei durch künstlich erzeugte Doppelbrechung in isotropen Körpern entstandenen Strahlen zu Grunde.

Die halben Gangunterschiede führt aber Wertheim indem er zugleich voraussetzt, dass die Differenz der Brechungsquotienten für die verschieden brechbaren Strahlen nahezu dieselbe ist, als die Dicken der die gleichen Interferenzen erzeugenden Luftschichten an.

Es lassen sich aber leicht wie wir sehen werden einige unzutreffende Annahmen, auf welche Wertheim seine Ableitungen basirt hat, nachweisen.

Bei dem Umstande, dass Wertheim's Zahlen oft benützt wurden und in viele Bücher übergegangen sind, halte ich es für gerechtfertigt, das Verfahren Wertheim's hier ausführlicher zu kritisiren.

Wertheim geht davon aus, dass ungefärbte, durchsichtige, isotrope Substanzen, wenn sie durch Zug oder Druck doppeltbrechend gemacht werden, zwischen Nicol'schen Prismen mit steigender Belastung die Farben der Newton'schen Ringe durchlaufen.

Durch Versuche mit verschiedenen isotropen Substanzen wird ihm die Thatsache wahrscheinlich, dass der Quotient $\frac{P}{e}$, in welchem P die Belastung, e die von Newton bestimmte Dicke der Luftschicht für eine bestimmte Farbe bedeutet, für die steigenden Farben constant ist, was darauf hinweist, dass der Gangunterschied der zwei durch künstliche Doppelbrechung entstandenen Strahlen proportional der Belastung wächst.

Da aber für dasselbe Stück eines isotropen Körpers noch Verschiedenheiten des Werthes $\frac{P}{e}$ bestehen, welche Wertheim der geringen Genauigkeit des erwähnten Verfahrens zuschreibt, so ist er darauf bedacht, dieses durch ein genaueres zu ersetzen.

Er bedient sich darum der Flamme des gesalzenen Alkohols, für deren einfärbiges Licht er die Wellenlänge $\lambda_0 = 589$ Milliontel Millim. setzt, um eine Reihe von fixen Punkten in der Farbenscale zu gewinnen. Eine andere Anzahl fester Punkte nicht weniger sicher, glaubt er zu gewinnen bei Anwendung von weissem Lichte durch Beobachtung der bekannten Farben, welche im auffallenden und durchfallenden Lichte an der Grenze der Ringsysteme stehen, und für welche er die Annahme festhält, dass bei diesen Farben die mittleren gelben Strahlen ausgelöscht erscheinen.

Die Wellenlänge λ_j der letzteren nimmt er nach den Versuchen von Biot[1] über die Drehung der Polarisationsebene im Quarz zu 550·6 Milliontel Millimeter an, bekanntlich die Wellenlänge, welche man auch für die Viertelwellen-Glimmerplättchen oder als mittlere Wellenlänge des weissen Lichtes,[2] oder der hellsten Strahlen des Spectrums annimmt.

Wertheim nimmt nun ein Stück von reinem Crownglas, welches mittelst seiner Presse zusammengedrückt werden kann, bis es einen Gangunterschied von $7\frac{\lambda_j}{2}$ gibt, und findet für die Gangunterschiede von $\frac{\lambda_0}{2}$ und $\frac{\lambda_j}{2}$ und deren Vielfache, die nachfolgend verzeichneten Gewichte:

	$\frac{\lambda}{2}$	$2\frac{\lambda}{2}$	Diff.	$3\frac{\lambda}{2}$	Diff.	$4\frac{\lambda}{2}$	Diff.	$5\frac{\lambda}{2}$	Diff.	$6\frac{\lambda}{2}$	Diff.	$7\frac{\lambda}{2}$	Diff.
mit weissem Lichte *Pb*	68	142	74	216	74	290	74	365	75	440	75	515	75
mit der Flamme des gesalzenen Alkohols *Pa*	74	153	79	233	80	313	80	394	81	475	81	—	—

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences. Tom. XX, p. 284.

[2] Billet, Traité d'optique physique. Tom. II. Paris 1859, p, 12.

Diese Gewichte sind das Mittel aus einer grossen Anzahl übereinstimmender Messungen, für das weisse Licht auf ein Kilogramm, für das gelbe auf zwei Kilogramm genau.

Dann wählt Wertheim in jedem Ringe eine Anzahl gut charakterisirter und leicht zu reproducirender Farben und bestimmt wieder das jede dieser Farben hervorbringende Gewicht.

Ist dieses für eine bestimmte Farbe P_x und liegt es zwischen P_a, welches dem Gangunterschiede $n\frac{\lambda_0}{2}$ entspricht und P_b, welches dem Gangunterschiede $(n+1)\frac{\lambda_j}{2}$ entspricht, so ist der Gangunterschied für das Gewicht P_x:

$$x = n\frac{\lambda_0}{2} + \left((n+1)\frac{\lambda_j}{2} - n\frac{\lambda_0}{2}\right)\frac{P_x - P_a}{P_b - P_a}.$$

Diese Formel benützt Wertheim, um seine Tabelle einzurichten.

Ich habe, wie schon erwähnt, in der die Luftdicken Wertheim's enthaltenden Tabelle diejenigen, welche dem halben Gangunterschiede $= \frac{\lambda_j}{4}$ entsprechen und dessen Vielfachen entsprechen durch das beigefügte allgemeine Zeichen hervorgehoben.

Wenn wir nun nach unseren spectralanalytischen Versuchen die Farben durchgehen, bei welchen in der That die Wellenlänge $\lambda_j = 550{\cdot}6$ ausgelöscht ist und damit die Bezeichnung der Farben vergleichen, welche Wertheim an jene Stellen der Scale verlegt, so ergibt sich, dass die Annahme Wertheim's für eine Reihe von Grenzfarben sich weit von der Wirklichkeit entfernt. Es ist das der Fall für das Farbenpaar Rouge plus foncé, Vert jaunâtre I. Ord., welches entsprechen soll $2\frac{\lambda_j}{2}$; für Vert plus clair, Pourpre II. Ord. entsprechend $3\frac{\lambda_j}{2}$; für Rouge violacé foncé, Vert II. Ord. entsprechend $4\frac{\lambda_j}{2}$ und für Vert brillant, Violet III. Ord., entsprechend $5\frac{\lambda_j}{2}$. Für die also bezeichneten Grenz-

farben Wertheim's muss, was einen wesentlichen Unterschied bedingt, nach den heutigen durch Helmholtz[1] festgestellten Kenntnissen von den Complementärfarben und unseren directen Beobachtungen zufolge dem Ausdrucke $\lambda_j = 550{\cdot}6$ in Wertheim's Formel ein anderer, etwa der Ausdruck $\lambda_\varepsilon = 520$ substituirt werden. Nicht Gelb, sondern Grün ist das Licht, welches bei den angeführten Grenzfarben Wertheim's ausgelöscht erscheinen muss, und wären demnach die bezeichneten Grenzfarben Wertheim's und damit auch die zwischenliegenden Farben, auf geringere Dicken zurückzuschieben, wie aus der auf Tafel I ebenfalls gemachten Anmerkung der Dicken, welche $\frac{\lambda_\varepsilon}{4}$ und einem Vielfachen davon entsprechen, leicht zu ersehen ist.

Für die Berechnung der Gangunterschiede bei der künstlich erzeugten Doppelbrechung, von welcher Wertheim ausgeht, ergibt sich aber, dass für die angeführten Grenzfarben die Gewichte P_b, welche in der früher mitgetheilten Tabelle zusammengestellt sind, auf eine andere Wellenlänge bezogen werden müssen, als auf welche sie Wertheim bezogen hat.

Auf welche? das könnte nur mit Hilfe der Spectraluntersuchung der dem Gewichte entsprechenden Farbe ganz genau entschieden werden.

Wenn wir aber, wie oben, die Annahme machen, dass diese Wellenlänge 520 ist, dann können wir, da Wertheim in der Tabelle, welcher wir die früher (Tab. XVII) mitgetheilten Luftdicken entnahmen, auch die Gewichte P_x verzeichnet, mit Einführung des Werthes $\frac{\lambda_\varepsilon}{2} = 260$ die Tabelle Wertheim's umrechnen. Es ergibt sich im Bereiche der angeführten Grenzfarben dann zwischen den ursprünglichen und den zweifellos viel richtigeren corrigirten Werthen eine wesentliche Abweichung wie die folgende Tabelle zeigt. (Siehe pag. 243, Tab. XX.)

Wenn wir aus den corrigirten Luftdicken wieder den Ort der bei diesen Luftdicken auftretenden Interferenzstreifen im Spectrum berechnen, ergibt sich das in der (Tabelle XXI, p. 244)

---

[1] L. c. pag. 277.

Tabelle XX.

Farbenordnung	Farben zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen oder im reflectirten Lichte	Farben zwischen parallelen Nicol'schen Prismen oder im durchfallenden Lichte	Gangunterschied des ordentlichen u. ausserordentl. Strahles in Milliontel Millimeter			Dicken d. Luftschicht in Milliontel Millimet.			Gewicht Px
			bei Wertheim	umgerechnet	Diff.	bei Wertheim	umgerechnet	Diff.	
I	Jaune orange	Bleu verdâtre	430	413	17	215	206	9	110
	Orange rougeâtre	Vert bleuâtre	505	477	28	252	238	14	130
	Rouge chaud	Vert pâle	536	507	29	268	253	15	138
	Rouge plus forcé	Vert jaunâtre	551	520	31	275	260	15	142
II	Pourpre	Vert plus clair	565	541	24	282	270	12	146
	Violet	Jaune verdâtre	575	556	19	287	278	9	149
	Indigo	Jaune vif	589	589	0	294	294	0	153
	Bleu	Orange	702*	680	22	351	340	11	183
	Bleu verdâtre	Orange brunâtre	766*	733	33	383	366	17	200
	Vert	Rouge carmin clair	784*	747	37	392	373	19	205
	Vert plus clair	Pourpre	826	780	46	413	390	23	216
	Vert jaunâtre	Pourpre violacé	843	813	30	421	406	15	221
	Jaune verdâtre	Violet	866	836	30	433	418	15	228
	Jaune pure	Indigo	910	875	35	455	437	18	240
	Orange	Bleu foncé	948	908	40	474	454	20	250
	Orange rougeâtre vif	Bleu verdâtre	998	951	47	499	475	24	263
	Rouge violacé forcé	Vert	1101	1040	61	550	520	30	290
III	Viol. bleuâtre clair tointe de passage	Vert jaunâtre	1128	1088	40	564	544	20	298
	Indigo	Jaune impur	1151	1110	41	575	555	20	305
	Bleu teinte verdâtre	Couleur de chair	1258	1227	31	629	613	16	334
	Vert bleuâtre (vert d'cau)	Roage mordoré	1334	1274	60	667	637	30	354
	Vert brillant	Violet	1376	1300	76	688	650	38	365

* Vergleiche pag. 232. Tab. XVII Anmerkung.

Tabelle XXI.

Spectren, welche bei den umgerechneten Dicken der Tabelle XX auftreten.

Bezeichnung der Farbe		Farben-ordnung	Ordnungszahl und Lage der dunklen Interferenzstreifen im Spectrum						Farbenbereich nach unserer Tabelle XIV		Farben-ordnung
im reflectirten Lichte	im durchfallenden Lichte		Ordn.-zahl	2	II	3	III	4	im reflectirten Lichte	im durchfallenden Lichte	
Jaune orange	Bleu verdâtre	I	im Spectrum ausgedrückt durch Wellenlängen Millimeter	412	—	—	—	—	Braungelb	Heller Blau, ins Grünliche	I
Orange rougeâtre	Vert bleuâtre			476	—	—	—	—	Orange	Noch heller Blau	
Rouge chaud	Vert pâle			506	—	—	—	—	Roth	Blass Blaugrün	
Rouge plus foncé	Vert jaunâtre			520	—	—	—	—	Purpur	Blass Grün	
Pourpre	Vert plus clair	II		540	—	—	—	—	„	„	II
Violett	Jaune verdâtre			556	—	—	—	—	Violett	Hell Gelbgrün	
Indigo	Jaune vif			588	—	—	—	—	Indigo	Hellgelb	
Bleu	Orange			680	453	—	—	—	Himmelblau	Goldgelb	
Blen verdâtre	Orange brunâtre			—	488	—	—	—	Heller Himmelblau	Orange	

			Lage der Mitte der dunklen Interferenzstreifen in Milliontel							
Vert	Rouge carmin clair		—	497	—	—	—	Sehr hell Blaugrün	Roth	
Vert plus clair	Pourpre		—	520	—	—	—	Hellgrün	Tief Purpur	
Vert jaunâtre	Pourpre violacé		—	541	—	—	—	„	„	
Jaune verdâtre	Violet		—	557	—	—	—	Gelbgrün	Violett	
Jaune pure	Indigo		—	583	437	—	—	Gelb	Blau	
Orange	Bleu foncé		—	—	454	—	—	„	„	
Orange rougeâtre vif	Bleu verdâtre		—	—	475	—	—	Orange	Heller Blau	
Rouge violacé foncé	Vert		—	—	520	—	—	Purpur	Grün	
Violet bleuâtre clair (Teinte de passage)	Vert jaunâtre		—	—	544	435	—	„	„	
Indigo	Jaunc impur		—	—	555	444	—	Violett	Hell Gelbgrün	
Bleu teinte verdâtre	Couleur de chair	III	—	—	613	490	—	Meergrün	Fleischroth	III
Vert blenâtre (vert d'eau)	Rouge mordoré		—	—	637	510	—	„	„	
Vert brillant	Violet		—	—	650	520	433	Grün	Purpur	

zusammengestellte Resultat, aus dem zu ersehen ist, dass dann die wesentlichen Abweichungen der Farbenfolge Wertheim's von der unserigen für diesen Theil der Scale ausgeglichen erscheinen.

Für die zwei nach aufwärts von den angeführten Grenzfarben gelegenen weiteren Grenzfarben Wertheim's, nämlich das Farbenpaar Gris violacé, Vert jaunâtre III. Ord. entsprechend $6\frac{\lambda_j}{4}$ und Gris vert clair, Gris rouge entsprechend $7\frac{\lambda_j}{4}$ ist aber die Annahme, dass die ausgelöschte Wellenlänge auf $\lambda_s = 520$ corrigirt werden müsse, wieder nicht zulässig, es fallen vielmehr die Farbenpaare, für welche das zulässig erscheinen würde, immer vor die zwei genannten Grenzfarben und in der That erhält man durch die Correction auf λ_s wieder nur neue Abweichungen der Wertheim'schen Folge von der unseren. Hier eine andere Wellenlänge anzunehmen, ist aber gegen das Gesetz von der Proportionalität des Gangunterschiedes und der Belastung. Auf ähnliche Schwierigkeiten stossen wir bei den Wertheim'schen Farben unterhalb des Rouge plus foncé, Vert jaunâtre I. Ord., entsprechend $2\frac{\lambda_j}{4}$, obwohl Wertheim durch Berufung auf die wie leicht ersichtlich nicht sehr sprechende Übereinstimmung mit Newton und durch ein besonders mitgetheiltes Compensationsverfahren die Anwendung seiner Interpolationsformel auch für die Berechnung der Luftdicken jener Farben zu rechtfertigen sucht. Hier scheitern wir aber vor Allem an den aller Erfahrung widersprechenden Farbenpaaren, welche Wertheim in diesem untersten Theile der Interferenzfarbenscale gesehen zu haben angibt, worüber man sich durch einen Blick auf seine Tabelle leicht belehren kann.

Was ich schon früher einmal angedeutet habe, dass man für die interessanten Versuche Wertheim's über die künstlich erzeugte Doppelbrechung isotroper Substanzen [1] durch die Anwendung der Spectralanalyse eine wesentlich verschärfte Methode

[1] Vergleiche: Macé Compt. rend. Tom LXXXVI. 1878 p. 326, der die Gesetze Wertheim's für die künstlich erzeugte Doppelbrechung des Glases nicht bestätigt findet.

gewinnen würde, wird durch die Kritik der Tafel Wertheim's für Gangunterschiede und Luftdicken der Interferenzfarbenscale ganz evident.

Ich muss mich aber auf jene Kritik allein beschränken, die ich geben musste, um zu zeigen, dass wir heute die von Wertheim verzeichneten Dicken der farbengebenden Luftschichten ebenso wenig mehr als brauchbar bezeichnen können, wie jene Newton's.

Ich kann aber damit Wertheim's Tabelle noch nicht verlassen.

Ich muss auch noch Einiges anführen über die merkwürdigen Schicksale, welche sie erlebt hat. — Wertheim selbst fordert zum Vergleiche seiner Farbenbezeichnungen mit jenen Brücke's auf,[1] obwohl, wie wir schon hervorgehoben haben, für einen sehr wichtigen Theil der Scale, nämlich für die Farben unter dem Roth I. Ordnung nichts weniger als eine Übereinstimmung zwischen Brücke und Wertheim herrscht.

Wir finden ferner die Tabelle Wertheim's zum Theile wieder bei Billet,[2] welcher aber, obwohl er die im Mémoire von Wertheim niedergelegten Thatsachen über die künstlich erzeugte Doppelbrechung ausführlich bespricht, doch für einen Augenblick den Irrthum[3] begeht, die Tabelle Wertheim's, aus welcher er die Farbenbenennungen und die Zahlen für die Gangunterschiede allein mittheilt, Brücke zuzuschreiben. Ferner führt Billet[4] die Wertheim'schen Gangunterschiede einigemale als Luftdicken in die Rechnung ein, während doch, wie selbstverständlich und auch aus der von Wertheim mitgetheilten Tabelle direct zu entnehmen, die Luftdicken nur die Hälfte der Gangunterschiede betragen. In Bezug auf den ersten Punkt berichtigt sich Billet[5]

---

[1] On verra enfin que les désignations des couleurs, que j'ai cherché à rendre aussi fidèles que possible, s'accordent le plus souvent avec celles que M. Brücke a publices dernièrement; l. c. p, 179.

[2] Traité d'optique physique. Tom. I. Paris 1858, p. 490.

[3] L. c. p. 489.

[4] L. c. p. 491 u. 492, §. 293 u. 294.

[5] Le tableau qui suit, est tiré des expériences de M. Wertheim, mais il ne diffère sensiblement pas du tableau analogue, formé par M. Brücke, l. c. Tom. II, p. 639.

dem einfachsten Fall der Darstellung der Farbenfolge durch einen äusserst dünnen, der Axe parallelen Keil.

Da es mir aber auch auf eine möglichst grosse Breite der Farbenbänder ankam, so wendete ich mich an Dr. Steeg mit der Bitte, ob er mir nicht den oben erwähnten Gypskeilen analoge, ganz dünne Quarzkeile herstellen könnte. Anfangs erhielt ich die Antwort, dass der mehrere Male wiederholte Versuch wegen der Sprödigkeit des Materiales immer misslungen sei, da das Materiale an dem dünnen Ende des Keiles immer absplitterte.

Ich war inzwischen, da mir v. Lang seine Bestimmungen am Gyps mitgetheilt hatte, an die Untersuchung der Farben mittelst der dünnen Gypskeile gegangen und hatte dieselbe schon zu Ende geführt als mich die Herren Dr. Steeg und Reuter durch Übersendung zweier ganz dünner Quarzkeile überraschten. Bei dem einen der Keile liegt die Axe parallel der Kante des Keiles, bei dem andern senkrecht darauf. Über die Masse der Keile werde ich später einige Angaben machen. Einmal im Besitz dieser Keile konnte ich es nicht unterlassen, die Farbenfolge derselben in ähnlicher Weise zu untersuchen, wie früher die Farbenfolge von Gyps und Luft.

Die Farbenbänder erschienen zwar nicht so breit wie die an den Gypskeilen, sie sind aber über der ganzen Breite des Keiles von ausgezeichnetem Parallelismus.

Was den Eindruck auf das Auge betrifft, so hat man sofort den Eindruck, dass es dieselben Farben sind, wie an den Gypskeilen. Wenn wir aber nun die Farben des Quarzes genauer mit jenen des Gypses und den Interferenzfarben dünner Luftschichten vergleichen wollen, so ergibt sich als die nächste Aufgabe wieder die Berechnung der Minimumscurven.

Aus einer von van der Willigen[1] gegebenen Zusammenstellung der Brechungsquotienten des Quarzes nach seinen eigenen Bestimmungen und denen von Rudberg und Mascart entnehme ich nach Correction der Werthe van der Willigen's[2] nach dessen späteren Untersuchungen an linksdrehendem

[1] Sur la refraction du Quartz et du Spath d'Islande. Archives du Musée. Teyler 1869. Vol. II. Fasc. III, p. 168 u. 169.

[2] Les indices de refraction du Quartz et du Spath d'Islande. L. c. 1870. Vol. III. Fasc. I, p. 40. Tab. *A*.

Quarz[1] die folgenden Brechungsquotienten für die Fraunhofer'-schen Hauptlinien. Deren Differenzen sind unmittelbar darunter angegeben.

	Fraunhofer'-sche Linie	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*
	λ nach van der Willigen[2]	4311·37	4864·00	5268·39	5895·37	6565·57	6874·83
nach van der Willigen	ω	1·55422	1·54966	1·54715	1·54419	1·54185	1·54097
	ε	1 56365	1·55895	1·55633	1·55329	1·55085	1·54998
	$\varepsilon-\omega$	0·00943	0·00929	0·00918	0·00910	0·00900	0·00901
nach Marcart	ω	1·55429	1·54966	1·54718	1·54423	1·54188	1·54099
	ε	1·56372	1·55897	1·55636	1·55338	1·55095	1·55002
	$\varepsilon-\omega$	0·00943	0·00931	0·00918	0·00915	0·00907	0·00903
nach Rudberg	ω	1·55425	1·54965	1·54711	1·54418	1·54181	1·54090
	ε	1·56365	1·55894	1·55631	1·55328	1·55085	1·54990
	$\varepsilon-\omega$	0·00940	0·00929	0·00920	0·00910	0·00904	0·00900

Ich habe nun auf Grund der angeführten Werthe aller drei Beobachtungen die Dicke der Schicht für die 65 Auslöschungsfälle, die wir früher beim Gyps und bei der Luft in Betracht gezogen haben, berechnet und in der nachfolgenden Tabelle XXII zusammengestellt. Zum Vergleiche ist daneben die Aufeinanderfolge der 65 Auslöschungsfälle, wie wir sie für den Gyps empirisch gefunden haben, gesetzt.

[1] Die Indices für rechtsdrehenden Quarz weichen von denen für linksdrehenden nicht merklich ab. Van der Willigen l. c. p. 40. Tab. *A* und p. 44.

[2] Die angegebenen Wellenlängen weichen etwas von den später von van der Willigen (Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde du spectre solaire, Archiv. d. M. T. 1875. Vol. I, Fasc. I. 2. édition revue et corrigée, p. 1) gegebenen ab, mussten aber hier beibehalten werden, da sie van der Willigen seiner Berechnung der Brechungsquotienten nach der Dispersionsformel $n = w + x\lambda^{-2} - y\lambda^{-4} + z\lambda^{-6}$ zu Grunde legt.

Tabelle XXII.

Quarz van der Willigen				Quarz Mascart (abweich. Fälle)			Quarz Rudberg (abweich. Fälle)			Gyps empirisch abw. Fälle	
Nummer	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ǁ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ǁ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ǁ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ǁ u. ⊥ Nicols
1	*G*	I	0·02285985						93281		
2	*F*	I	0·02617868			2245					
3	*E*	I	0·02869499						3255		
4	*D*	I	0·03239214			21514					
5	*C*	I	0·03647539			19387			31399		
6	*B*	I	0·03815111			06661			9350		
7	*G*	2	0·04571971						86563		
8	*F*	2	0·05235737			24490					
9	*E*	2	0·05738999						26510		
10	*D*	2	0·06478429			43029					
11	*G*	II	0·06857955						79843		
12	*C*	2	0·07295078			38775			62798		
13	*B*	2	0·07630223			13322			8700		
14	*F*	II	0·07853604			36735					
15	*E*	II	0·08608497						589765		
16	*G*	3	0·09143942						73126		
17	*D*	II	0·09717642			664542					
18	*F*	3	0·10471474			48980					
19	*C*	II	0·10942617			858161			894197		
20	*B*	II }	0·11445333		}	19983		}	58050	*E*	3 }
21	*G*	III }	0·11429925		}			}	66405		}
22	*E*	3 }	0·11477998		}			}	53020	*B*	II }
23	*D*	3	0·12956858			886058					
24	*F*	III	0·13089340			61225					
25	*G*	4	0·13715013						59689		
26	*E*	III	0·14347495						16275		
27	*C*	3	0·14590156			477550			25596		
28	*B*	3	0·15260446			26644			77400		
29	*F*	4	0·15707211			673470					
30	*G*	IV	0·16001895						52967		
31	*D*	III	0·16196070			07570					
32	*E*	4	0·17216997						179530		
33	*C*	III	0·18237695			096935			156995		

Quarz van der Willigen				Quarz Mascart (abweich. Fälle)			Quarz Rudberg (abweich. Fälle)			Gyps empirisch abw. Fälle	
Nummer	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ‖ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ‖ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ‖ u. ⊥ Nicols	Dicke	Fraunhofer'sche Linie	n d. Minima zw. ‖ u. ⊥ Nicols
34	*G*	5	0·18287884	*F*	IV	5715	*F*	IV	348076		
35	*F*	IV	0·18325076	*G*	5	287884	*G*	5	46252		
36	*B*	III	0·19075555			33305			96750		
37	*D*	4	0·19435287			329087					
38	*E*	IV	0·20086493						42785		
39	*G*	V	0·20573865						639529		
40	*F*	5	0·20942948			897960					
41	*C*	4	0·21885234			716325			788394		
42	*D*	IV	0·22674498			550598					
43	*G*	6	0·22859855	*B*	4	39966	*E*	5	906040	*E*	5
44	*B*	4	0·22890669	*G*	6	59855			916100	*G*	6
45	*E*	5	0·22955996				*G*	6	32815	*B*	4
46	*F*	V	0·23560812			10205					
47	*G*	VI	0·25145835						226091		
48	*C*	IV	0·25531773			335709			419793		
49	*E*	V	0·25825491	*D*	5	772116			769295		
50	*D*	5	0·25913716	*E*	V	825491					
51	*F*	6	0·26178685			22450					
52	*B*	IV	0·26705777			646627			35450		
53	*G*	7	0·27430026						519378		
54	*E*	6	0·28694995						32550		
55	*F*	VI	0·28796548			34695					
56	*D*	V	0·29152926	*C*	5	8955100	*C*	5	051192	*C*	5
57	*C*	5	0·29180312	*D*	V	8983626	*D*	V	52926	*D*	V
58	*G*	VII	0·29717805						812653		
59	*B*	5	0·30520895			453288			54800		
60	*F*	7	0·31414422			346940					
61	*E*	VI	0·31564489						495805		
62	*G*	8	0·32003797						105941		
63	*D*	6	0·32392145			215145					
64	*C*	V	0·32827851			574483			682591		
65	*B*	V	0·34335999			259949			74150		

Man ersieht aus der Zusammenstellung, dass die nach den Werthen der drei Beobachter berechneten Reihenfolgen der Auslöschungsfälle nicht wesentlich von einander abweichen. Die Abweichungen fallen grösstentheils auf solche Fälle, welche durch die beigefügten Klammern als Fälle von sehr naher Coincidenz bezeichnet sind. Mit den Quarzkeilen prüfte ich nun wieder die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Erfahrung und suchte dabei zugleich, ob eine der verzeichneten Reihenfolgen den Vorzug vor der anderen verdiene.

Bei diesem Verfahren zeigte es sich nun, dass die nach den Werthen der drei Beobachter berechneten Reihenfolgen der 65 Auslöschungsfälle sich auch sehr genau der Erfahrung anschliessen.

*G*5 und *F*IV fallen so nahe zusammen, dass sich nicht zu Gunsten von Mascart einerseits, oder van der Willigen und Rudberg anderseits entscheiden lässt. Dasselbe ist der Fall mit *G*6, *B*4 und *E*5 und mit *C*5 und *D*V. Dagegen ist ganz entschieden *E*V vor *D*5 also, sowie nach van der Willigen und Rudberg gefordert, zu beobachten.

Wenn man aber bei der Untersuchung der Coincidenzfälle, die sich beim Quarzkeil ergeben, so verfährt, wie wir früher beim Gyps verfuhren, also z. B. der Reihe nach auf alle Auslöschungsfälle von *D* einstellt, so sieht man, dass beim Quarz alle beim Gyps beobachteten Coincidenzen wiederkehren.

Es ist das so genau der Fall, dass die Tabelle IV, welche die Coincidenzen für die Linie *D* beim Gypskeil enthält, nur wiederholt werden müsste, wenn ich die Resultate der Beobachtungen am Quarz besonders verzeichnen wollte.

Die auf Grund der Erfahrung für den Gyps in der Tafel I verzeichneten Minimumscurven stellen also auch die Minimumscurven für den Quarz dar.

Das ist nur möglich, wenn entweder alle gleichnamigen Ordinaten für Gyps und Quarz dieselbe Grösse haben, oder die einen immer dasselbe Vielfache der andern darstellen.

Das Letztere ergibt sich sofort, wenn wir die berechneten Ordinaten der Minimumscurven des Quarzes (Tabelle XXII) mit den empirisch gefundenen Ordinaten der Minimumscurven des Gypses vergleichen.

Wir wollen dabei in der folgenden Weise verfahren:

Das Verhältniss der Dicken von Quarz und Gyps ist nach der Gleichung der Gangunterschiede

$$\frac{d'}{d} = \frac{\gamma - \alpha}{\varepsilon - \omega}. \qquad 10)$$

Führen wir die Quotienten von Lang für die Linie D beim Gyps und die Quotienten von Rudberg für die Linie D beim Quarz in die Rechnung ein, so erhalten wir

$$\frac{d'}{d} = 1 \cdot 073187.$$

Wenn wir nun mit dieser Zahl die Ordinatenwerthe von Gyps empirisch in Tabelle V multipliciren, erhalten wir sehr nahe die mittelst der Rudberg'schen Quotienten[1] berechneten Quarzdicken der Tabelle XXII.

Wie aus dem nachfolgenden Beispiele sich ergibt, für welches ich die Ordinaten der Curven 2—2 gewählt habe

	n der Minima	G	F	E	D	C	B
Ordinaten für Quarz durch Multiplication d. Ordinat. von Gyps empir.	2	0·04582740	0·05246381	0·05729744	0·06478429	0·07286723	0·07640232
Dicken des Quarzes ber. mit Rudberg's Quotienten.	2	0·04586563	0·05235737	0·05726510	0·06478029	0·07262798	0·07638700

Leiten wir aber nach der Formel

$$\varepsilon - \omega = \frac{\lambda}{d}$$

aus den in der ersten Quercolumne verzeichneten Ordinatenwerthen die Differenzen der Brechungsquotienten ab, so erhalten wir, wenn wir dieselben mit den zur Berechnung der Quarzdicken

[1] Die Differenz $\varepsilon - \omega$ für D ist bei van der Willigen und Rudberg gleich, die empirischen Dicken schliessen sich aber den mit Rudberg's Quotienten berechneten genauer an, als den mit v. der Willigen's Quotienten berechneten.

verwendeten Rudberg'schen vergleichen, das Folgende:

	Differenzen, abgeleitet aus d. empir. Curven 2-2	Differenzen nach Rudberg
G	0·00940	0·00940
F	0·00927	0·00929
E	0·00919	0·00920
D	0·00910	0·00910
C	0·00903	0·00904
B	0·00900	0·00900

Es ist aus dem Angeführten auch leicht ersichtlich, dass der Werth

$$\frac{d'}{d} = \frac{\gamma - \alpha}{\varepsilon - \omega}$$

für alle Fraunhofer'schen Linien derselbe sein muss, woraus sich ergibt, dass der Gang der Differenzen $\gamma - \alpha$ für Gyps derselbe sein muss, wie der Gang der Differenzen $\varepsilon - \omega$ für den Quarz.

Betrachtet man die Curven I—I, 2—2 etc. unserer Construction als die Minimumscurven für den Quarz, so hat als Massstab für die Ordinaten zu gelten, dass sie eine

$$\frac{1000}{1 \cdot 073187} = 931 \cdot 8042\text{fache}$$

Vergrösserung der Dickenwerthe darstellen, also 1 Millimeter der Tafel gleich 0·001073187 Mill. zu setzen ist.

Die Farben des Quarzkeiles müssen nach den im Vorausgehenden ermittelten Thatsachen vollständig mit den Farben des Gypskeiles übereinstimmen.

Man kann sich davon auch leicht überzeugen. Man nehme eines der früher genannten käuflichen Gypsplättchen und lagere es so auf den äusseren Rahmen der Fig. 5 beschriebenen Schlittenvorrichtung, unter das Polarisationsmikroskop, dass man einen der dünnen Quarzkeile mittelst des Schlittens darunter durchschieben kann.

Sind die Nicols'schen Prismen gekreuzt und bilden ihre Springungsebenen einen Winkel von 45° mit den Schwingungsrichtungen im Quarz, und ist das Gypsplättchen so gelagert, dass die Mittellinie des Gypsplättchens (Schwingungsrichtung des γ entsprechenden Strahles) mit der Axe des Quarzes (Schwingungsrichtung des ε entsprechenden Strahles) einen Winkel von 90° bildet (Subtractionslage), so sieht man in dem Moment das Sehfeld dunkel, wo jener Theil des Quarzkeiles unter das Gypsplättchen tritt, der für sich betrachtet dieselbe Farbe zeigt, wie das Gypsplättchen für sich betrachtet. Verschiebt man nun den Quarzkeil langsam unter der Gypsplatte nach der einen oder der andern Richtung, so folgen auf das Dunkel nach beiden Richtungen hin die Farben, welche sich an das Schwarz I. Ordnung anschliessen, völlig gleichmässig.

Mittelst des Spectrumoculares kann man sich davon überzeugen, dass die Auslöschung der Wirkung der Gypsplatte durch den Quarzkeil erfolgt, wenn beide für sich untersucht, identische Spectren zeigen.

Dreht man eines der Nicol'schen Prismen, während das dunkle Sehfeld bei gekreutzten Nicol'schen Prismen auftritt um 90°, so wird das Sehfeld hell und bleibt dabei vollständig farblos.

Dreht man aber bei der einen oder der andern Lage der Nicols die Gypsplatte, so dass nun die Mittellinie der Gypsplatte (Schwingungsrichtung des γ entsprechenden Strahles) der Axe der Quarzplatte (Schwingungsrichtung des ε entsprechenden Strahles) parallel liegt (Additionslage), so tritt genau die Farbe, auf welche bei der doppelten Dicke der Gypsplatte oder des Quarzkeiles allein gesehen wird.

Mittelst des Spectrumoculares kann man sich aber überzeugen, dass in diesem Falle genau das Spectrum, welches der doppelten Dicke der Gyps- oder der Quarzplatte entspricht, vorhanden ist.

So z. B. besitze ich ein Gypsplättchen $\frac{E3}{B\text{II}, G\text{III}}$ Farbenbereich Purpur III. Ordnung, und dieses gibt mit jener Stelle des Quarzkeiles, durch welche seine Wirkung bei gekreuzter Lage von Axe und Mittellinie (Subtractionslage) gerade aus-

gelöscht wird, bei Parallellage von Axe und Mittellinie (Additionslage) $\frac{B\,(4)\;E\,(5)\;G\,(6)}{596\,(IV)\;474\,(V)}$ Farbenbereich Roth IV. Ordnung.

Mit anderen Worten eine Gypsplatte und eine Quarzplatte von einem bestimmten Verhältnisse der Dicken, erscheinen so übereinandergelegt, dass der ordentliche Strahl im Quarz den stärker gebrochenen (ausserordentlichen Strahl) im Gyps, und umgekehrt erzeugt zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen, wie ein isotroper Körper in allen Azimuthen dunkel, zwischen parallelen Nicols in allen Azimuthen gleich hell, dagegen wirken sie so übereinandergelegt, dass der ordentliche Strahl im Quarz, den schwächer gebrochenen (ordentlichen) Strahl im Gyps erzeugt und der ausserordentliche im Quarz den stärker gebrochenen (ausserordentlichen) im Gyps, so wie jede der beiden Platten für sich, bei ihrer doppelten Dicke.

Das könnte nicht der Fall sein, wenn die Minimumscurven für den Quarz, jene für den Gyps (Taf. I) nur in einem Punkte durchschneiden würden.

Von den Farben dünner Luftschichten dagegen weichen die Farben des Quarzes in derselben Weise ab, wie die Farben des Gypses, da die Minimumscurven für die Luft (Taf. I mit ° bezeichnet) die Minimumscurven für den Quarz ebenfalls nur in einem Punkte durchschneiden.

Das Verhältniss der Dicken von Quarz und Luft ergibt sich, wenn die Minimumscurven des Quarzes, jene der Luft, wie in Tafel I in D Fraunhofer durchschneiden nach der Formel

$$\frac{d'}{D} = 2 \,.\, \frac{1}{\varepsilon - \omega}$$

bei Anwendung der Rudberg'schen Werthe von ω und ε für die Linie D Fraunhofer zu

$$2 \,.\, \frac{1}{910} = 219 \cdot 7802.$$

Würden wir die Durchschnittspunkte der Minimumscurven der Reihe nach auf alle Fraunhofer'schen Hauptlinien verlegen, also das Verhältniss der Dicken auf alle Auslöschungsfälle von G, F, E, D, C, B successive beziehen, so würde sich ergeben

für G	212·7658
F	215·2852
E	217·3912
D	219·7802
C	221·2388
B	222·2222
Mittel	218·1139

Billet[1] gibt für das Verhältniss von Luft und Quarz, die mit zwei zu multiplicirenden Zahlen 109 und 110 an, also

218 und
220.

Für das Verhältniss von Gyps und Luft, bezogen auf die Auslöschungsfälle von D Fraunhofer fanden wir früher unter Anwendung der Werthe v. Lang's für die Brechungsquotienten von D den Werth

204·7922 oder 204·3944

welcher von dem, welchen Billet und Biot für das mittlere Verhältniss der Dicken von Luft und Gyps angeben,[2] nämlich

256 und
230

beträchtlich abweicht.

Die Genauigkeit der von uns für Luft und Gyps, und Gyps und Quarz benützten Reductionscoëfficienten wird also wesentlich von der Genauigkeit der v. Lang'schen Werthe für die Brechungsquotienten α und γ für D Fraunhofer abhängen.

Es ist aber leicht ersichtlich, dass der absolute Werth der Reductionscoëfficienten für die Deutung der von uns behandelten Erscheinungen von keiner wesentlichen Bedeutung ist.

Es erübrigt nur noch Einiges über die Masse der untersuchten Quarzkeile anzuführen.

Der längere Keil, in welchem die Axe senkrecht zur Keilkante liegt, reicht von dem Farbenpaare $\frac{0}{585\,(\mathrm{I})} - \frac{585\,(\mathrm{I})}{0}$

[1] L. c. Tom. I, 492 und 493

[2] Billet. l. c.

Farbenbereich Blass-Strohgelb-Dunkel-Blau I. Ordnung bis etwas über *G* 15 einer Dicke, bei welcher bei gekreuzten Nicol'schen Prismen, zwischen den Fraunhofer'schen Linien *G* und *B* schon 6 dunkle Interferenzstreifen auftreten. Er umfasst also die Dicken 0·032—0·642 Millim.

Stellt man mit Hilfe der früher benützten Vorrichtungen den Interferenzstreifen 2 bei diesem Keil auf die Linie *D* ein, was der Dicke 0·06478429 Millim. entspricht, so bedarf es einer linearen Verschiebung des Keiles von 33·5 Millim. um den Interferenzstreifen 10 auf die Linie *D* einzustellen, was einer Dicke von 0·58305861 Mill. entspricht. Daraus berechnet sich der Kantenwinkel dieses Keiles zu 0°53′10·8″.

Der kürzere Keil, in welchem die Axe parallel der Keilkante liegt, reicht von dem Farbenpaare

$$\frac{0}{555\ (\mathrm{I})} - \frac{555\ (\mathrm{I})}{0}$$

Farbenbereich Gelblich-Weiss—Dunkel-Violett I. Ordnung bis zum Farbenpaare

$$\frac{D\ (5)\ 480\ (6)}{665\ (\mathrm{IV})\ 530\ (\mathrm{V})\ 440\ (\mathrm{VI})} - \frac{665\ (\mathrm{IV})\ 530\ (\mathrm{V})\ 440\ (\mathrm{VI})}{D\ (5)\ 480\ (6)}$$

Farbenbereich Blaugrün — Fleischroth V. Ordnung. Er umfasst also die Dicken 0·030—0·259 Millim.

Von der Einstellung *D* 2, entsprechend 0·0647829 Mill. Dicke bis zur Einstellung *D* 5, entsprechend 0·25913716 Mill. Dicke, bedarf es einer linearen Verschiebung von 12·5 Mill., woraus sich der Kantenwinkel dieses Keiles zu 0°53′26·8″ berechnet.

Ich schliesse damit meine Studie über die Interferenzfarben und glaube, dass die in der Abhandlung angeführten Thatsachen es gerechtfertigt erscheinen lassen, dass ich einem Gegenstande, dessen Theorie schon sehr lange feststeht, eine so ausgedehnte experimentale Arbeit gewidmet habe.

Eine Erscheinung, die so wie die der Interferenzfarben zu einem unentbehrlichen Behelf für zahlreiche experimentelle Unter-

suchungen[1] geworden ist, muss vor Allem selbst in jedem speciellen Falle klar und scharf erfasst werden können.

Ich habe mich bemüht, auseinander zu setzen, dass uns die Spectraluntersuchung der Interferenzfarben im Verein mit Newton's Construction die besten Mittel hiezu an die Hand gibt und kann nur wünschen, dass sich diese Methode Eingang verschaffen möge. Dass sie geeignet ist mancherlei zäh überlieferte unrichtige Annahmen zu beseitigen, ist in den einzelnen Abschnitten der Abhandlung dargelegt worden.

---

[1] Vergleiche unter Anderen: Billet, l. c. Tom. I, p. 488 und d. f. Naegeli und Schwendener, l. c. p. 313—399; Dippel, Das Mikroskop, Braunschweig 1872. Bd. I, p. 418 und d. f. Bd. II, p. 284 und d. f.; Wertheim, l. c. p. 156; Quincke, l. c. p. 177.

Bemerkungen zur Experimentalpathologie des Lungenödems.

Von Dr. **Sigmund Mayer,**

a. ö. Professor der Physiologie und erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Unter Cohnheim's Leitung hat jüngsthin Welch[1] eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Entstehung des Lungenödems aufzuklären. Welch, der an Kaninchen und Hunden experimentirte, kömmt zu folgenden Resultaten:

1. Bei Kaninchen entsteht Lungenödem, wenn der Aortenbogen zwischen *truncus anonymus* und linker *art. subclavia* und zwei Äste des *truncus anonymus* geschlossen werden, d. h. wenn die einzige Abflussröhre aus der Aorta (die Kranzarterien ausgenommen) die eine Carotis oder die rechte Subclavia bildet.

2. Durch fast vollständige Verlegung der Lungenvenen lässt sich ebenfalls Lungenödem hervorrufen.

3. Wird der linke Ventrikel durch mechanischen Insult zum Stillstand gebracht, während der rechte Ventrikel noch weiter pulsirt, so tritt Lungenödem auf.

4. Das Lungenödem, welches durch die in den oben erwähnten Versuchen bezeichneten Eingriffe hervorgerufen wurde, wird als Stauungsödem aufgefasst.

Ich bin nun in der Lage, gestützt auf eine sehr grosse Reihe von Erfahrungen, die ich bei der Durchführung anderer Untersuchungen gesammelt habe, die Versuchsresultate von Welch zu bestätigen und zum Theil sowohl in Bezug auf die Thatsachen, als auch ganz besonders rücksichtlich deren Deutung zu vervollständigen.

Die folgenden Angaben beziehen sich nur auf das Kaninchen.

An die Spitze dieser Erörterungen stelle ich folgendes Versuchsresultat:

---

1) Virchow's Archiv. Bd. 72, 1878.

Verschliesst man die nach der Methode von Kussmaul blossgelegten zum Gehirne aufsteigenden Arterien *(truncus anonymus* und *art. subclavia sinistra)*, so tritt bei nicht curarisirten in heftige Krämpfe verfallenden Thieren weitaus in der Mehrzahl der Fälle ein sehr starkes Lungenödem auf.

Bei curarisirten Thieren kömmt unter denselben Versuchsbedingungen Lungenödem nicht zu Stande.

Schon Kussmaul und Tenner[1] haben bei ihren Versuchen mit Verschliessung der Hirnarterien das Auftreten von Lungenödem beobachtet. Sie sagen: „Athembewegungen erfolgen zuweilen selbst dann noch, wenn das Hervorquellen eines feinblasigen rothen Schaumes aus den Nasenlöchern den Eintritt von ausgedehntem Lungenödem anzeigt."

Schon an dieser Stelle soll hervorgehoben werden, dass es also beim Kaninchen gelingt, Lungenödem hervorzurufen, wenn man nur die vier aus dem Bogen der Aorta entspringenden Arterienstämme verschliesst, die Aorta selbst aber offen lässt. Trotzdem in unseren Versuchen der mechanische Verschluss sich auf eine geringere Anzahl von Gefässröhren als in den Versuchen von Welch erstreckt, tritt gleichwohl Lungenödem auf.

Was nun das Lungenödem betrifft, welches ich in Folge von Klemmung der Hirnarterien beobachtet habe, so ist dasselbe nicht etwa eine Erscheinung, die erst durch die Section festgestellt werden müsste. Die Transsudation in die Lungen ist vielmehr so ausserordentlich stark, dass 1—2 Minuten nach dem Verschlusse der Arterien eine röthlich gefärbte schaumige Flüssigkeit die eingeführte Trachealkanüle erfüllt. Wenn auch in allen Fällen sofort mit dem Anlegen der Sperrpincette an die letzte noch offene Hirnarterie künstliche Respiration eingeleitet wurde, so wurde doch in Folge des starken Ödems die Wirkung derselben auf das Blut derart reducirt oder gar ganz vernichtet, dass der rasche Tod des Versuchsthieres in Folge von Herzerstickung nicht aufzuhalten war.

Hie und da stösst man auf ein Thier, welches den erwähnten Eingriff in die Blutcirculation des Gehirnes erträgt, ohne von

[1] Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre etc. III. Bd. p. 20.

Lungenödem überhaupt befallen zu werden; zuweilen ist das entstehende Ödem weniger stark, so dass durch künstliche Respiration das Herz noch längere Zeit functionsfähig erhalten werden kann.

Gehen wir nun auf die ursächlichen Momente ein, durch welche das Lungenödem nach Aufhebung der Gehirncirculation bedingt ist, so wird zunächst daran zu denken sein, dass hier ein Stauungsödem vorliegt, da kaum anzunehmen ist, dass durch den Verschluss der Hirnarterien in den Gefässwandungen oder dem Gefässinhalte in so kurzer Zeit eine irgendwie in Betracht kommende Veränderung vorgegangen sein kann.

Wie kann in der Lunge eine Stauung des Blutes zu Stande kommen, die so stark ist, dass Ödem die Folge hievon ist?

Es erscheint von vornherein klar, dass hier die Dinge etwas anders liegen, als bei einer Stauung im Gebiete des grossen Kreislaufes. Wenn sämmtliche Venen eines Gefässbezirkes unterbunden werden, so kann bei offenen Arterien und ganz besonders bei hinzutretender Lähmung der vasoconstrictorischen Nerven mit Leichtigkeit locales Ödem entstehen, da unter diesen Bedingungen ein Missverhältniss zwischen Zufluss und Abfluss des Blutes hervorgerufen wird.

Wenn aber durch Verschluss der Aorta oder ihrer Verzweigungen, durch Verschluss der Lungenvenen oder Lähmung des linken Ventrikels der Abfluss des Blutes aus den Lungen behindert wird, wie soll nun so viel Blut aus dem grossen Kreislaufe in die Lungen hereingelangen, um dort Ödem bedingende Stauung hervorzubringen?

Welch hat mit Recht bemerkt, dass Lungenstauung nur denkbar ist, wenn nach Ausschaltung der bewegenden Kraft des linken Ventrikels, noch Kräfte vorhanden sind, die Blut ins rechte Herz vortreiben.

Als solche Kräfte bezeichnet Welch:

1. die höhere arterielle Spannung;
2. den Gefässtonus, und
3. möglicherweise eine saugende Wirkung des rechten Ventrikels.

Obwohl nun Welch den wesentlichen Punkt für die Entstehung des Lungenödems richtig erkannt hat: nämlich Behin-

derung des Abflusses von Blut und Insspieltreten accessorischer Triebkräfte des Blutes, welche unabhängig von der Kraft des linken Herzens noch Blut in das schlagfähige rechte Herz hineintreiben, so hat derselbe doch, wie mir scheint, hierauf nicht den nöthigen Nachdruck gelegt und die hier in Betracht kommenden Factoren nicht scharf genug hervorgehoben.

Mit Rücksicht auf diese beiden Momente; Behinderung des Blutabflusses aus den Lungen und das Eingreifen accessorischer Triebkräfte des Blutes, will ich nun das oben erwähnte Auftreten von Lungenödem nach Verschluss der *art. subclavia sinistra* und des *truncus anonymus* discutiren.

Der Verschluss der genannten Arterienstämme wirkt zunächst rein mechanisch als Hinderniss für den Blutstrom aus der Aorta, respective aus dem linken Ventrikel und den Lungen, sodann aber tritt die von mir[1]) nachgewiesene mächtige cerebrale Erregung vasoconstrictorischer Nerven ins Spiel, wodurch gewiss die Mehrzahl der Aortenverzweigungen von kleinem Kaliber fast vollständig verschlossen und so ein neues Hinderniss für die Entleerung der Lungenvenen eingeführt wird.

Diese beiden Wirkungen des Hirnarterienverschlusses stellen sicherlich eine sehr wirksame Hemmung des Abflusses aus dem linken Herzen und den Lungen dar.

Mit der Verschliessung der Hirnarterien treten nun aber weiterhin folgende Erscheinungen auf, welche, soweit ich sehe, als die oben postulirten accessorischen Triebkräfte des Blutes angesehen werden müssen.

1. Es geht aus den Untersuchungen von Slavjansky[2] und v. Basch[3] hervor, dass die Reizung von vasoconstrictorischen Nerven in ihrer blutdruckerhöhenden Wirkung über diejenige des mechanischen Einflusses des Verschlusses der Gefässstämme hinausgeht. Die genannten Autoren ziehen aus dieser Thatsache den Schluss, dass die Nervenreizung den Blutdruck steigert nicht allein durch Erschwerung des Abflusses aus der Aortenbahn, sondern auch durch Vorschieben von Blut in das rechte Herz.

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 73.

[2] Berichte d. k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften 1873, p. 665.

[3] Arbeiten des physiolog. Instituts zu Leipzig 1875.

Für diese Auffassung möchte ich auch noch folgenden von mir angestellten Versuch anführen. Verschliesst man bei einem curarisirten Kaninchen zu gleicher Zeit die *art. subclavia sinistra*, den *truncus brachiocephalicus* und den Bogen der Aorta gleich nach Abgang der *art. subclavia sinistra*, während die *art. carotis sinistra* mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung steht, so steigt natürlich der Druck unmittelbar nach der Compression der genannten Gefässstämme steil in die Höhe. Auf diese Druckerhöhung folgt sodann nach wenigen Secunden ein zweites, langsam sich ausbildendes Ansteigen, welches füglich nicht anders erklärt werden kann, als durch eine mit der anämischen Hirnreizung gegebene starke Contraction muskelhaltiger Blutgefässe, die ihren Inhalt nach dem rechten Herzen entleeren.

Wenn also Welch mit Recht als eine Triebkraft des Blutes den Arterientonus bezeichnet, so ist hiebei hervorzuheben, dass der Arterientonus in allen Fällen, in denen der Abfluss aus der Aorta eingreifend gehemmt ist, in Folge der Hirnanämie ausserordentlich gesteigert wird.

Diese Steigerung des Arterientonus wird sich aber in gleicher Weise einstellen müssen, wenn die Hirnarterien, die Lungenvenen oder die Aorta gleich nach ihrem Ursprung aus dem linken Ventrikel verschlossen werden, oder letzterer gelähmt wird.

2. Mit der Hemmung der arteriellen Zufuhr zum Gehirne treten dyspnoische Athembewegungen auf; öfters haben letztere den Charakter tetanischer In- und Exspirationen. Durch die tetanische Contraction des Zwerchfells und der Bauchmuskeln wird aber ein Druck auf den Inhalt der Bauchhöhle, insbesondere die grossen Venenstämme ausgeübt, deren Blut hiedurch nach dem rechten Herzen vorgetrieben wird. Dass mit den tiefen inspiratorischen Anstrengungen die saugende Kraft des rechten Herzens in höherem Grade, als in der Norm auf den Blutstrom wirken muss, bedarf keiner näheren Erörterung.

Während der letzterwähnte Punkt auch von Welch berührt wird, legt er, wie mir scheint, nicht hinlänglichen Nachdruck darauf, dass

3. die in Folge gehinderten Abflusses aus dem linken Herzen respective den Lungen auftretende Hirnanämie bei nicht curarisirten Thieren zu mehr oder weniger heftigen Krämpfen führen muss.

Nun ist aber bekannt, dass auf die Bewegung des Venenblutes nach dem rechten Herzen zu Muskelcontractionen von grossem Einflusse sind. Insbesondere wird der Inhalt der grossen Venen des Unterleibes, welche ja bekanntlich bei Kaninchen den grössten Theil des Körperblutes führen können, durch die sehr kräftigen Contractionen der Bauchmuskeln nach dem rechten Herzen zu mit Leichtigkeit entleert werden können.

Als das wesentliche Resultat der vorstehenden Betrachtungen können wir also den Satz aussprechen: Diejenigen Momente, welche den Abfluss von Blut aus dem linken Ventrikel oder den Lungen eingreifend behindern, führen zu gleicher Zeit indirect durch Intervention cerebraler Centren Bedingungen herbei, durch welche accessorische Triebkräfte des Blutes in sehr verstärkte Wirksamkeit treten, die dem rechten Ventrikel noch so viel Blut zur Verfügung stellen können, dass es zur Stauung und consecutivem Ödem in den Lungen kömmt.

Inwieweit nun sämmtliche von uns hervorgehobene Factoren zusammen wirken müssen, um Lungenödem hervorzurufen, ist von vornherein kaum mit Sicherheit zu entscheiden. Gestützt auf Versuche will ich hierüber Folgendes bemerken.

Wie aus meinen früheren Beobachtungen hervorgeht, tritt als Folgeerscheinung des Verschlusses sämmtlicher Hirnarterien eine sehr beträchtliche Steigerung des arteriellen Blutdruckes auf, und zwar ebensowohl beim curarisirten, wie beim nicht curarisirten Thiere. Da nun, wie oben erwähnt, der Verschluss der Hirnarterien beim curarisirten Thiere kein Lungenödem hervorruft, so darf man aus diesem Versuchsresultate wohl schliessen, erstlich dass der mechanische Verschluss von vier Gefässröhren, sowie der durch Muskelkräfte bewirkte annähernd vollständige Verschluss der kleineren Aortenzweige und zweitens, dass die von der Contraction muskulöser Gefässwandungen abhängige Locomotion von Blut nach dem rechten Herzen zu nicht im Stande sind, Lungenödem hervorzurufen.

Auf dem Wege der Ausschliessung erschien es also sehr wahrscheinlich, dass, während die genannten Hindernisse für den Abfluss des Blutes aus den Lungen vorhanden sind, die acces-

sorischen Triebkräfte des Blutes, die zur Hervorbringung des Lungenödems nothwendig hinzutreten müssen, gegeben sind in der Saugkraft des Thorax und den Contractionen der quergestreiften Muskeln, ganz insbesondere der Bauchmuskeln.

Dieses Verhalten behaupte ich aber nur für das Kaninchen; ob nicht bei anderen Thieren und insbesondere beim Menschen die Muskelkräfte der Blutgefässwandungen eine grössere Rolle spielen als beim Kaninchen, mag dahingestellt bleiben.

Ich wollte es jedoch nicht unterlassen, den directen experimentellen Beweis beizubringen für die obige Behauptung von der Bedeutung der Bauchmuskeln und der Saugwirkung des Thorax bei der Entstehung des Lungenödems. Derselbe liegt, soweit ich sehe, in dem nachfolgenden Versuche, den ich wiederholt mit constantem Erfolge angestellt habe.

Bei einem Kaninchen werden der *truncus anonymus* und die *arteria subclavia* in bekannter Weise so blossgelegt, dass sie leicht mit Klemmpincetten verschlossen werden können. Alsdann wird die Bauchhaut von dem *processus xiphoideus* bis fast zur Symphyse in der Mittellinie gespalten. Um das Hervorquellen der Eingeweide zu verhüten, werden nun in der *linea alba* vier Einschnitte durch die ganze Dicke der Bauchdecken gemacht, jeder in der Länge von etwa $^1/_2$ Centimeter und $1^1/_2$ Centimeter von einander entfernt; durch die Ränder der Muskeln und der Haut werden dann, einander gegenüber, starke Fäden gezogen und geknotet. Jetzt werden die zwischen den Öffnungen durch die Bauchdecken noch stehen gebliebenen Brücken der muskulösen Wandungen getrennt, während durch Gehilfen die letzteren stark in die Höhe gezogen werden. Die Baucheingeweide liegen nun wie in einer Mulde und werden in keiner Weise insultirt, können auch durch starke Bewegungen des Thieres nicht vorgedrängt werden.

Während die Bauchdecken an den Fäden von Gehilfen fortwährend stark in die Höhe gezogen werden, wird von der Bauchhöhle aus das Zwerchfell mit scharfem spitzem Messer derart angestochen, dass doppeltseitiger Pneumothorax entsteht, und künstliche Respiration eingeleitet. Unverzüglich werden die Hirnarterien comprimirt. Das Thier verfällt in heftige Krämpfe, — Lungenödem tritt aber nicht auf.

Wir glauben durch die vorstehenden Erörterungen den Mechanismus hinlänglich klar aufgedeckt zu haben, durch welchen bei Zuklemmung sämmtlicher Hirnarterien beim Kaninchen Lungenödem zu Stande kömmt. Es läge nahe, vom Standpunkte der gewonnenen Anschauungen aus die Bedingungen näher zu analysiren, unter denen beim Menschen Lungenödem zur Beobachtung gelangt. Wir halten es aber für gerathener, diese Aufgabe den hiezu mehr berufenen Pathologen zu überlassen.

Dahingegen möchte ich an dieser Stelle einen anderen Gegenstand kurz berühren, welcher eigentlich den Ausgangspunkt meiner Beschäftigung mit der Entstehungsgeschichte des Lungenödems bildete.

In der IV. Abhandlung meiner „Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe[1]" habe ich bemerkt, dass es gelingt, durch hinlänglich lange Compression der vier Hirnarterien beim Kaninchen die Hirnfunctionen zeitweilig oder dauernd auszuschalten. Ich habe besonders darauf hingewiesen, dass man von dem angeführten Kunstgriffe beim Studium vieler Vorgänge mit Vortheil Gebrauch machen kann.

Bei meinen ersten Versuchen aber war mir bereits klar geworden, dass diese vortreffliche Methode dadurch in ihrer allgemeinen Anwendbarkeit sehr beeinträchtigt wird, dass dieselbe erfolgreich nur bei curarisirten Thieren in Gebrauch gezogen werden konnte. Wenn ich bei nicht curarisirten Kaninchen durch Hirnarteriencompression das Gehirn functionell ausschalten wollte, so kam ich nur äusserst selten zum gewünschten Ziele; weitaus die Mehrzahl der Versuchsthiere erlag in den ersten Minuten nach der Klemmung der Arterien dem Lungenödem und der consecutiven Herzerstickung.

Mit Hilfe der oben angegebenen Kunstgriffe — ausgiebige Eröffnung der Bauchhöhle und Anlegung eines doppeltseitigen Pneumothorax — gelingt es mir nun auch, an nicht curarisirten Thieren die zeitweilige oder permanente unblutige Ausschaltung der Gehirnthätigkeiten zu erzielen. Die nur kurze Zeit nothwendige Eröffnung der Bauchhöhle, die alsbald nach Ablauf der Krämpfe wieder sorgfältig verschlossen werden kann, bringt

[1] l. c.

keinen wesentlichen Nachtheil mit sich; die Eröffnung beider Brusthälften ist zwar bei regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration auch kein besonders schädigender Eingriff, doch insofern immer noch eine unerwünschte Beigabe, als durch dieselbe die Anstellung mancher Versuche zur Unmöglichkeit gemacht wird.

Immerhin muss ich die durch die angegebenen Hilfsoperationen ermöglichte, zeitweilige oder permanente Ausschaltung der Gehirnthätigkeit auch bei nicht curarisirten Thieren als ein wichtiges methodisches Hilfsmittel ansehen; der Gebrauch desselben hat mich bereits zu der Ermittlung einer Reihe wichtiger Thatsachen geführt, über welche ich demnächst zu berichten gedenke.

Nachschrift.

Während des Druckes der vorstehenden Mittheilung habe ich folgenden Versuch mehrfach angestellt, der von Wichtigkeit ist sowohl für die Entstehungsgeschichte des Lungenödems, wie für die methodische Verwerthung der Hirnarteriencompression. (Ausschaltung der Gehirnfunctionen durch Anämie des Centralorganes bei nicht curarisirten Thieren, mit Vermeidung von Lungenödem.) Verschliesst man bei einem nicht curarisirten Thiere die art. subclaviae und die Aorta gleich nach dem Abgange der art. subclavia sinistra, so erfolgt Anämie des grössten Theiles des Rückenmarkes und in Folge hievon Lähmung sämmtlicher Muskeln, die aus dem anämischen Theile des Rückenmarkes ihre Nerven beziehen (Stenson'scher Versuch). Lässt man, um der Lähmung des Rückenmarkes in Folge der Blutleere sicher zu sein, die Compression der Aorta und der Schlüsselbeinschlagadern 5—6 Minuten andauern, hebt alsdann den Verschluss der Aorta auf und klemmt sofort die beiden Carotiden, so treten nur am Kopfe und den Vorderextremitäten schwache Krämpfe auf, das übrige Thier bleibt ruhig. (Versuch von Kussmaul und Tenner.)

In Übereinstimmung mit der oben gemachten Auseinandersetzung bleibt unter diesen Bedingungen das Lungenödem aus.

Wenn man die Compression der Hirnarterien und der Aorta nicht über eine bestimmte Grenze hinaus verlängert, so kann man die Wiederkehr der Hirn- und Rückenmarksfunctionen beobachten. Die Schilderung der Einzelnheiten dieser interessanten Erscheinung behalte ich mir für später vor.

XIII. SITZUNG VOM 16. MAI 1878.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Fenzl den Vorsitz.

Seine Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter macht der Akademie mit h. Erlasse vom 5. Mai die Mittheilung, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator die feierliche Sitzung am 29. Mai mit einer Ansprache zu eröffnen geruhen werde.

Das w. M. Herr Prof. A. Winckler übermittelt ein Werk: „Bouwstoffen voor de Geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen in de Nederlanden“ door D. Bierens de Haan in Leyden, welches der Herr Verfasser für die Bibliothek der kais. Akademie der Wissenschaften bestimmt hat.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett in Graz übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über die Farben, welche in den Newton'schen Ringsystemen aufeinander folgen.“

Die Herren Prof. Dr. P. Weselsky und Dr. R. Benedikt übersenden eine im Laboratorium für analytische Chemie an der technischen Hochschule in Wien gemeinschaftlich ausgeführte Arbeit: „Über Azophenole.“

Der Secretär bringt zur Kenntniss, dass Herr Prof. A. Bauer in Wien das unter dem 22. November v. J. zur Wahrung der Priorität eingesendete versiegelte Schreiben, nachdem dessen Inhalt: „Über eine Synthese der Pimelinsäure“, mittlerweile durch Drucklegung seiner mit Herrn J. Schuler verfassten Arbeit über diesen Gegenstand in den Sitzungsberichten veröffentlicht wurde, unter dem 14. Mai l. J. zurückgezogen hat.

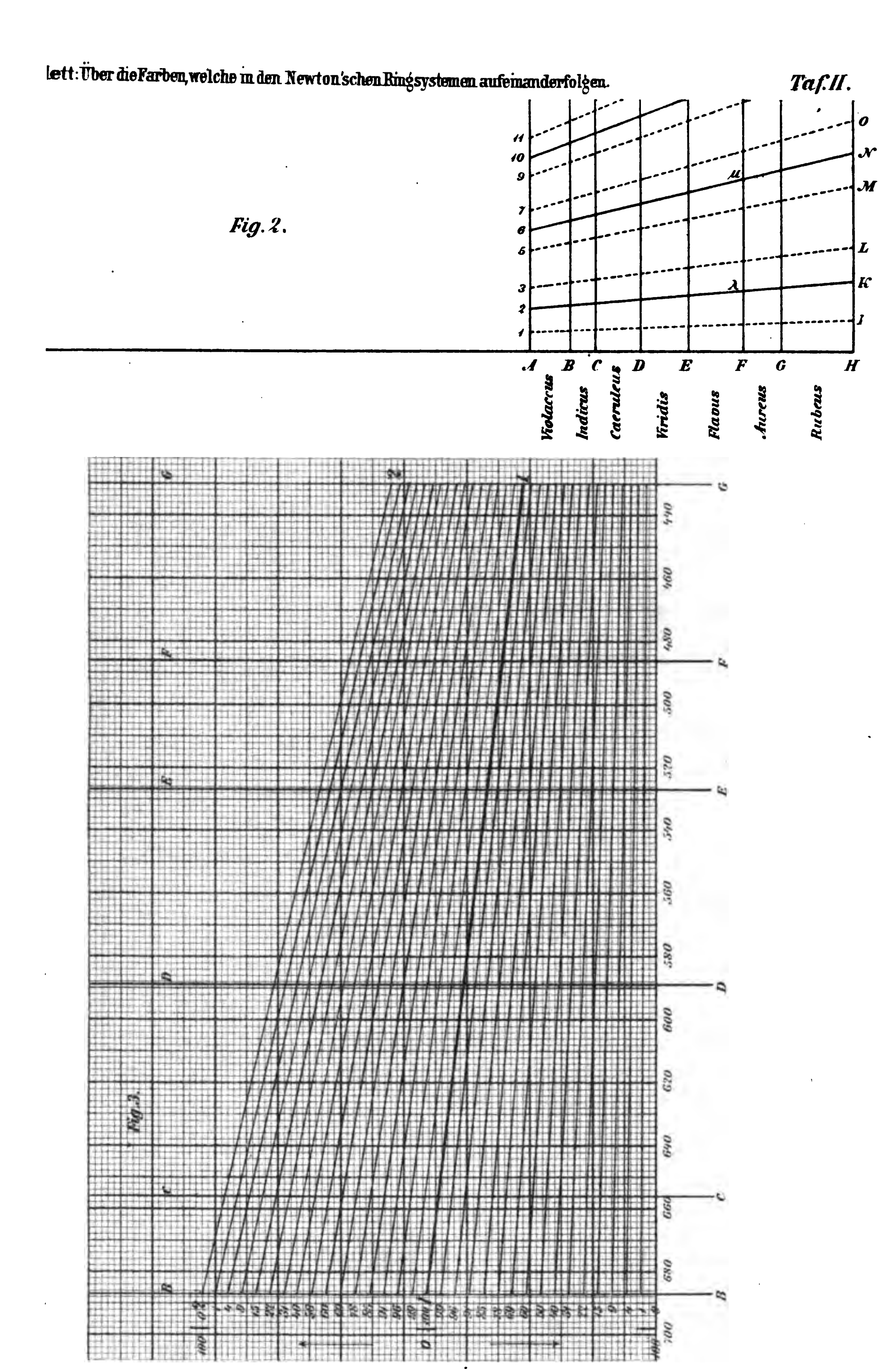
Das w. M. Herr Hofrath von Hochstetter überreicht eine Abhandlung des Herrn Grafen Gundaker Wurmbrand:

Tafel I.

100 0 100 70

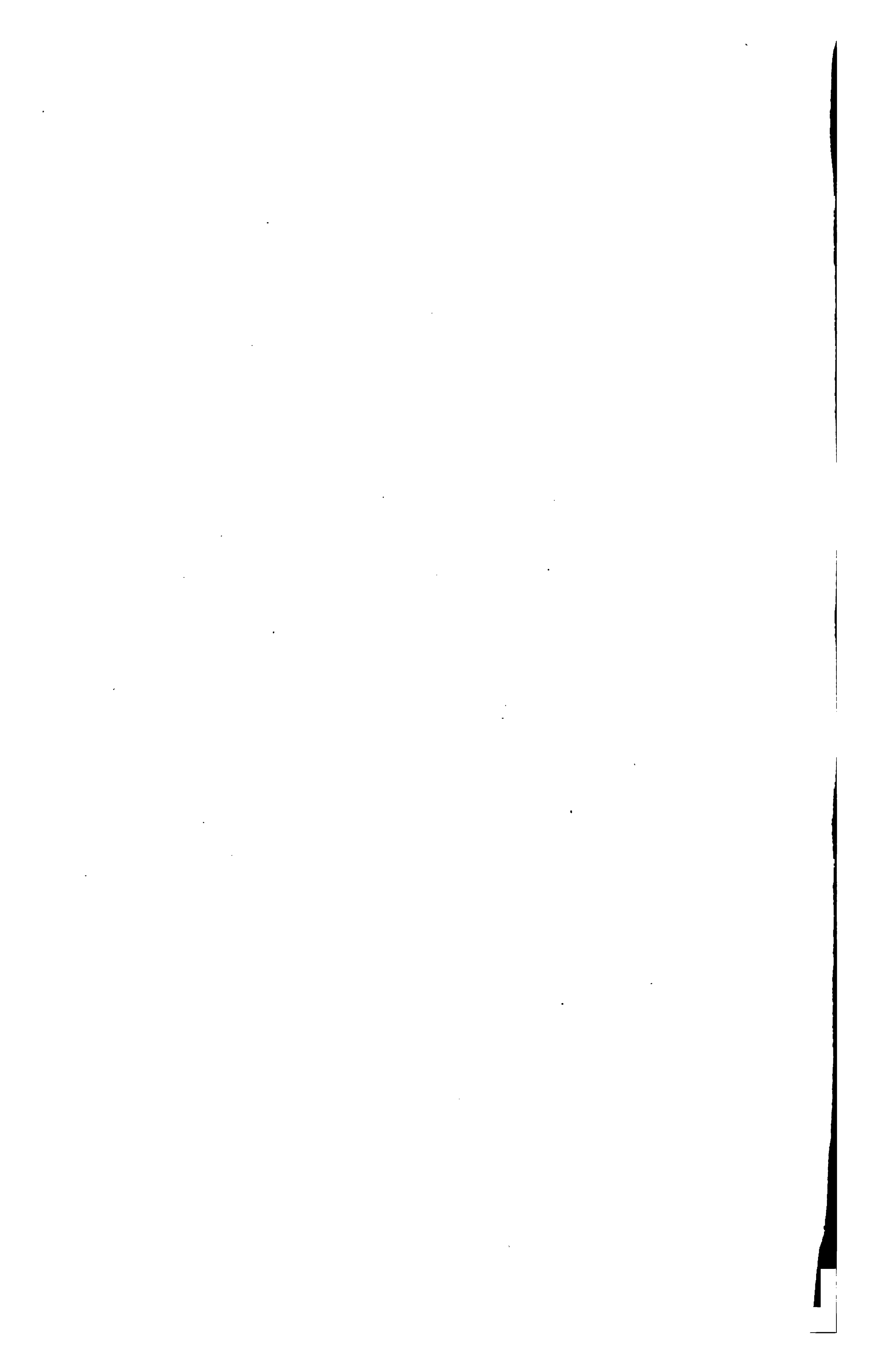
Autor del. Schima lith.

Druck v. Wagner Wien.



Autor del. Schimalith.

Druck v. Wagner. Wien.



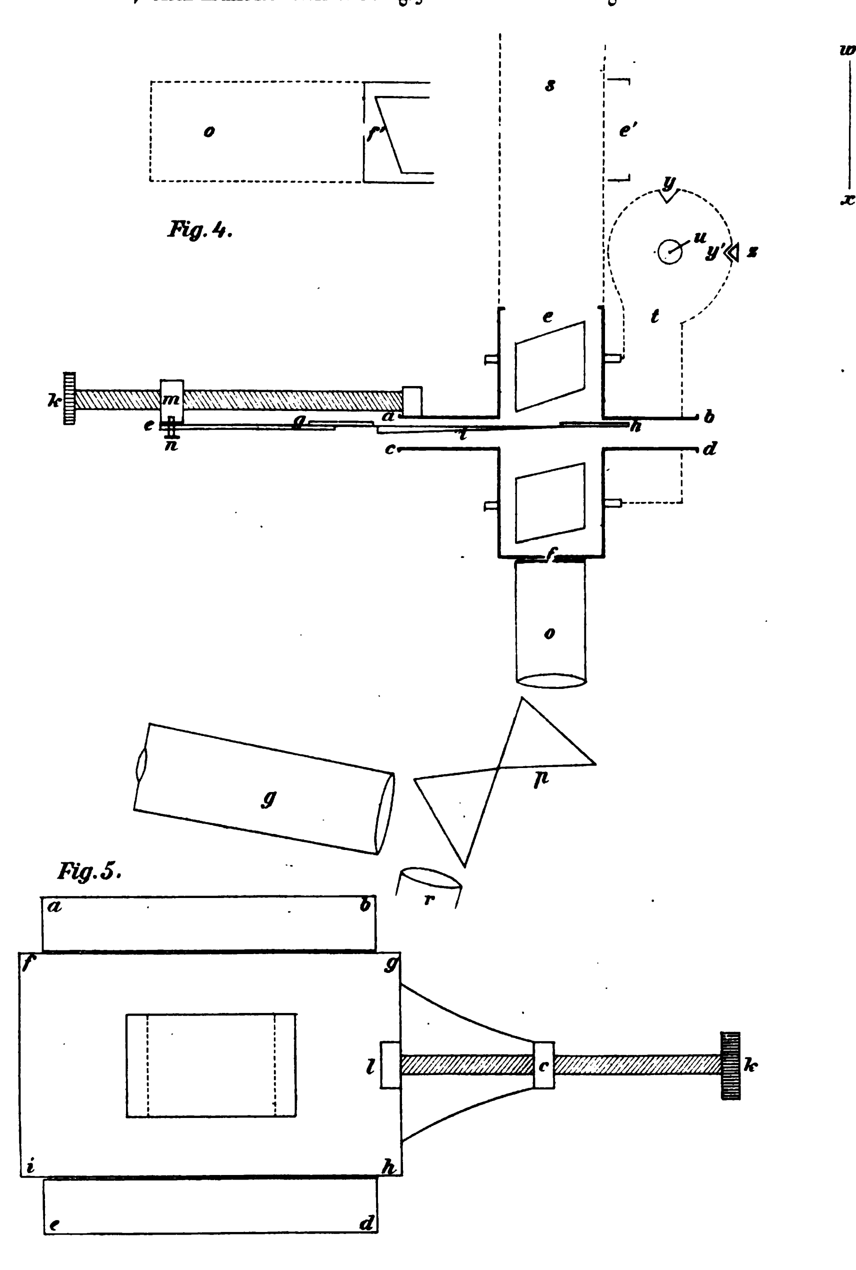
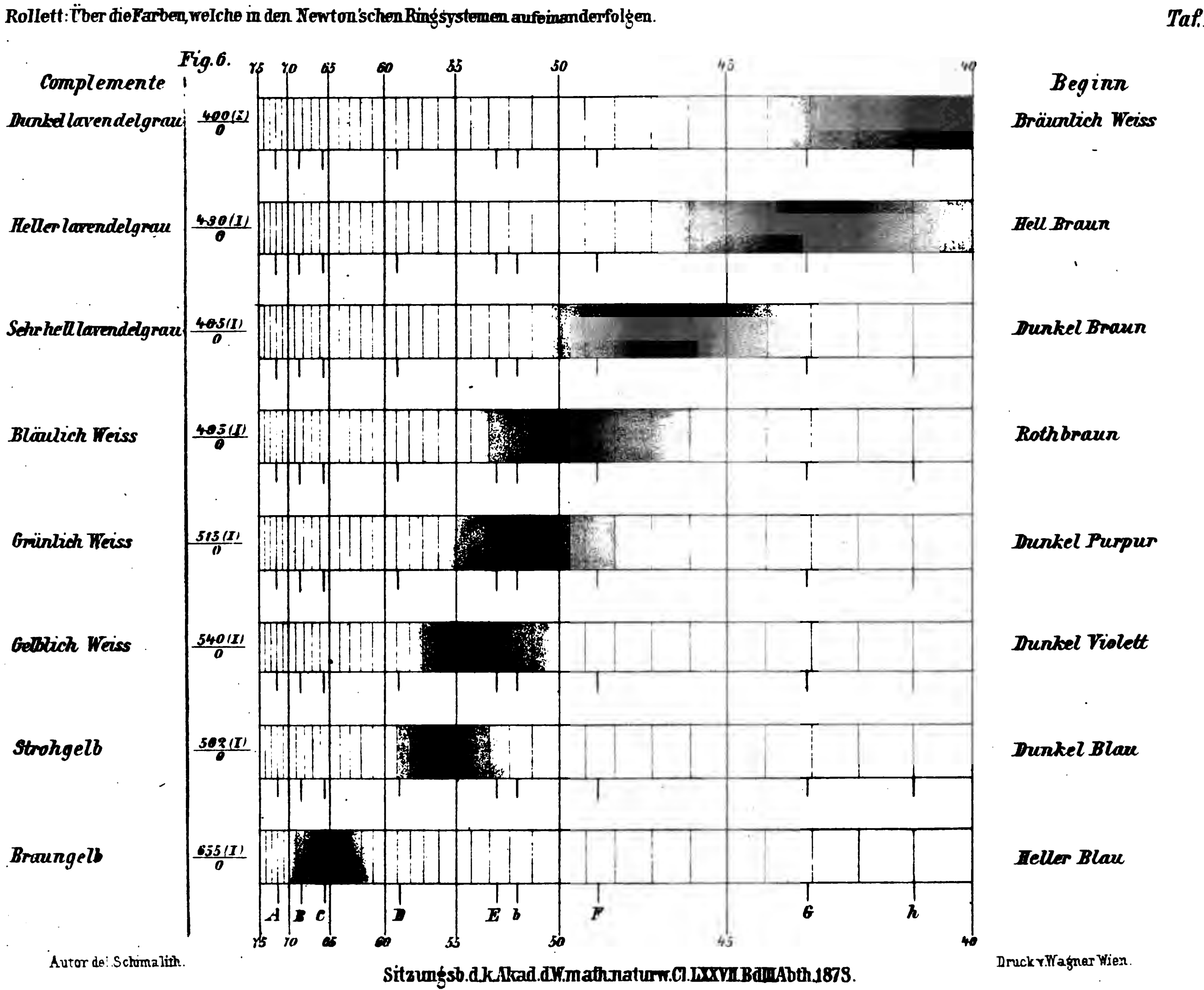


Fig. 4.

Fig. 5.

Autor del. Schima lith.

Druck v. Wagner Wien.



Autor del. Schmalith. Druck v. Wagner Wien.

„Über die Anwesenheit des Menschen zur Zeit der Lössbildung.“

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann übergibt eine Abhandlung des Directors der Sternwarte zu Kremsmünster Herrn P. G. Strasser: „Über die mittlere Temperatur von Kremsmünster.“

Das w. M. Herr Prof. E. Suess macht eine vorläufige Mittheilung: „Über die scheinbaren säcularen Schwankungen des Festlandes.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft 14. Nr. 7—8. Dresden, 1878; 4°.

— der Wissenschaften, ungarische: Értekezések a nyelv- és széptudományok köréből. V. kötet, Nr. 1—10. Budapest, 1875—76; 8°. — VII. kötet, Nr. 1 & 2. Budapest, 1877; 8°.

— Értekezések a természettudományok köréből. VI. kötet, Nr. 7—12. Budapest, 1875—76; 8°. — VII. kötet, Nr. 1—16. Budapest, 1876—77; 8°. — VIII. kötet, Nr. 1—7. Budapest, 1877; 8°.

— — Értekezések a mathematikai tudományok köréből. IV. kötet, Nr. 4—9. Budapest, 1876; 8°. — V. kötet, Nr. 7. Budapest, 1877; 8°. — VI. kötet, Nr. 1 & 2. Budapest, 1877; 8°.

— — Értekezések a társadalmi tudományok köréből. III. kötet Nr. 7, 8, 9. Budapest, 1875; 8°. — IV. kötet, Nr. 1, 2, 3; 8 & 9. Budapest, 1876/7; 8°.

— — Évkönyvei. XVI. kötet, 1. Heft. Budapest, 1877; 4°.

— — Évkönyvei. XIV. kötet, 7. & 8. Heft. Budapest, 1875/6; 4°.

— — Értesitö. IX. Jahrgang. Nr. 13—17. Budapest, 1876; 8°. — X. Jahrgang, Nr. 1—6. Budapest, 1876; 8°. — XI. Jahrgang. Nr. 12—17. Budapest, 1877; 8°.

— — Mathematikai és természettudományi közlemények. XI. XII. & XIII. kötet. Budapest, 1876/7; 8°.

— — A Dunai Trachytcsoport jobbparti részének földtani leírása; Dr. Anton Koch. Budapest, 1878; 8°. — A különbözeti árszabályok jogosultsága és hatása. A. György.

Budapest, 1876; 8⁰. — Icones selectae hymenomyceptum Hungariae. IV. Carl Kalkbrenner. Budapest, 1877; Folio.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVI. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1878; 8⁰.

Archivio per le scienze medicho. Vol. II. fascicolo 3⁰. Torino, 1878; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band 92. 11. Nr. 2195. Kiel, 1878; 4⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LXII. Nr. 244. 15 Avril 1878. Genève, Lausanne, Paris, 1878; 8⁰.

Bierens de Hann, D.: Bouwstoffen voor de Geschiedenis der Wis- en natuurkundige Wetenshappen in de Nederlanden. 1878; 8⁰.

Bonn, Universität: Academische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1877. 62 Stücke, 4⁰ & 8⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI, Nr. 17 & 18. Paris, 1878; 4⁰.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXI (neuer Folge XI), Nr. 3. Wien, 1878; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang. Nr. 19. Wien, 1878; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1878; 4⁰.

Jahrbuch, Militär-statistisches für das Jahr 1874. II. Theil. Wien, 1878; 4⁰.

— über die Fortschritte der Mathematik. VIII. Band. Jahrgang 1876. Heft 1. Berlin, 1878; 8⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1878. März—April-Heft. Wien; 8⁰.

Militär-Comité, k. k., technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- u. Geniewesens. Jahrgang 1878. 3. Heft. Wien, 1878; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIV. Bd., 1878. V. Gotha; 4⁰. Ergänzungsheft Nr. 54. Die Ethnographie Russlands, nach A. F. Rittich. Gotha; 4⁰.

Moniteur scientifique du D[teur] Quesneville. Journal mensuel. 22e Année. 3e Série. Tome VIII. 437e Livraison. Mai, 1878. Paris; 4°.

Nature. Nr. 445. Vol. XVIII. London, 1878; 4°.

Observatoir de Moscou; Annales. Vol. IV. 1re Livraison. Moscou, 1878; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1878. XXVIII. Bd. Nr. 1. Jänner, Februar, März. Wien, 1878; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. 2me Série, VIIme Année. Nr. 45. Paris, 1878; 4°.

Society, the American Geographical: Bulletin. 1878. Nr. 1. New York; 8°.

Special-Comité der k. k. Central-Commission für die Anthropologisch-ethnographische Ausstellung: Katalog. Weltausstellung 1878 zu Paris. Wien, 1878; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1878; 4°.

XIV. SITZUNG VOM 23. MAI 1878.

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über den Verlauf der Funkenwellen in der Ebene und im Raume".

Das c. M. Herr Director C. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Gottlieb Becka: „Über die Bahn des Cometen II vom Jahre 1873".

Herr Prof. Dr. Victor Pierre in Wien übersendet eine vorläufige Mittheilung über eine in seinem Laboratorium in Arbeit stehende Untersuchung des Herrn G. Ciamician: „Über den Einfluss des Druckes und der Temperatur auf die Spectren von Dämpfen und Gasen."

Ferner sind noch folgende Abhandlungen eingesendet worden:

1. „Über die Formel des sogenannten Hipparaffins", von Herrn Prof. Dr. H. Schwarz in Graz.
2. „Über Theorie und Anwendung der elektro-magnetischen Rotationen", von Herrn Dr. Max Margules.
3. „Die Gesetze der Individualität der Planeten unseres Sonnensystems. Versuch der Begründung einer allgemeinen Theorie", eine autographirte Mittheilung von Herrn C. Eugen Lehmann in Düsseldorf.

Das w. M. Herr Director Tschermak legt eine kurze Mittheilung des Herrn Friedrich Becke vor: „Gesteine von der Halbinsel Chalcidice", welche die Resultate einer im mineralogischen Institute ausgeführten Arbeit enthält.

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten: XVI. „Über das Berberin", von Dr. H. Weidel.

XVII. „Zur Geschichte der Dioxybenzoësäure", von L. Barth.

Herr Prof. Dr. E. Lippmann überreicht zwei Mittheilungen über Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der Wiener Handels-Akademie:

I. „Über das Eikosylen ein Derivat des Braunkohlen-Paraffins“, ausgeführt in Gemeinschaft mit Herrn J. Hawliczek.

II. „Über Amyliden Anilin“, ausgeführt in Gemeinschaft mit Herrn W. Strecker.

Zugleich bringt Herr Prof. Lippmann zur Kenntniss, dass die erste dieser Arbeiten den Inhalt seines unter dem 8. März v. J. zur Wahrung der Priorität eingereichten versiegelten Schreibens zum Gegenstand hat, welches er daher zurückzieht.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXIV. Nr. 4 et dernier. (Feuilles 29—36.) St. Pétersbourg, 1878; gr. 4°.

— — Zur Morphologie der Bacterien, von Prof. L. Cienkowski. Tome XXV, Nr. 2. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1877; gr. 4°. — Wassermenge und Suspensionsschlamm des Amur Darja in seinem Unterlaufe, von Professor Dr. C. Schmidt & F. Dohrandt. Tome XXV, Nr. 3. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°. — Über Waluewit, von N. v. Kokscharow. Tome XXV, Nr. 4. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1877; gr. 4°. — Versuch einer Monographie der Tichorhinen Nashörner, nebst Bemerkungen über *Rhinoceros leptorhinus* Cuv. U. S. W., von J. F. Brandt. Tome XXV, Nr. 4. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°. — Über das russische Rothbleierz, von N. v. Kokscharow. Tome XXIV, Nr. 5. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1877; gr. 4°. — Über verschiedene Amylene und Amylalkohole, von A. Wischnegradsky. Tome XXIV, Nr. 6. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°. — Die Rothtange *(Florideae)* des finnischen Meerbusens, von Christoph Gobi. Tome XXIV, Nr. 7. St. Pétersbourg, Riga und Leipzig, 1877; gr. 4°. — Monographie der Baltisch-Silurischen Arten der Brachiopoden-Gattung *Orthisina*, von Alexis von der Pahlen. Tome XXIV, Nr. 8. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°. — Tome XXIV, Nr. 9.

Über das Krystallsystem und die Winkel des Glimmers, von N. v. Kokscharow. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr 4°. Nr. 10. Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von *Corethra plumicornis*, von Prof. Joh. Dogiel. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°. — Nr. 11. Monographie über das zweitheilige erste Keilbein der Fusswurzel (*Os cuneiforme I. bipartitum Tarsi*) beim Menschen; von Dr. Wenzel Gruber. St. Pétersbourg, Riga u. Leipzig, 1877; gr. 4°.

Académie Royale de Belgique: Bulletin. 47e année, 2e série, tome 45. Nr. 3. Bruxelles, 1878; 8°.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXX. sessione 7a del 17 Giugno 1877. Roma,; 4°.

— R. de Lincei: Atti. Anno CCLXXV. 1877—78. Serie terza. Transunti. Vol. II. Fascicolo 4°. Marzo 1878. Roma, 1878; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. bayer. in München: Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1878. Heft 3. München, 1877; 8°.

Antoine, Ch.: Des propriétés mécaniques de vapeurs. 5e Mémoire. Brest, 1878; 4°.

Astronomische Nachrichten. Bd. 92, 12—13. Nr. 2196—7. Kiel, 1878; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVI. Nr. 18, 19. Paris, 1877; 4°.

Ecker, A.: Zur Kenntniss der quaternären Fauna des Donauthales. XXI. 2. Beitrag; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 8. Berlin, 1878; 8°.

— naturforschende zu Leipzig: Sitzungsberichte. IV. Jahrgang 1877. Nr. 2, 3, 4—10. Leipzig; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIX. Jahrgang Nr. 2. Wien, 1878; 4°.

Hamburg: Stadtbibliothek. Schriften von 1876/7. 68 Stücke. 4°,

Hirn, G. A: La Musique et l'Acoustique. Paris, 1878; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. III. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1878; 4°.

Jahrbuch der k. ungar. geolog. Anstalt: Mittheilungen. V. Bd., 2. Heft. Budapest, 1878; 8°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1876 u. 1877. 45 Stücke. 4° u. 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XVII, 5. Heft. Leipzig, 1878; 8°.

— the American of Science and Arts. Vol. XV. Nr. 89. May, 1878. New Haven, 1878; 8°.

Loomis Isaak, WM.: A different System of Education is made necessary by my discoveries in nature. Columbia, 1878; 8°.

Meldrum, Charles, L. L. D. F. R. S.: Sunspots and Rainfall. Mauritius; 8°.

Nature. Vol. XVIII. Nr. 446. London, 1878; 4°.

Observations de Poulkova. Vol. VII. St. Pétersbourg, 1877; Folio. — Jahresbericht der Nicolai-Hauptsternwarte. St. Petersburg, 1877; 8°.

Omboni, G.: Le Marocche. 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XII. Nr. 5 & 6. Torino, 1878; 4°.

Reichsforstverein, österreichischer: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVIII. Band. Jahrgang 1878. Februar- bis Juni-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIe Année, 2e Série, Nr. 46. Paris, 1878; 4°.

Rossetti, Fr.: Sulla temperatura del Sole; 4°. — Relazione su alcune esperienze telefoniche. Venezia, 1878; 8°.

Schmick, J. H. Professor: Sonne und Mond als Bildner der Erdschale, erwiesen durch ein klares Zeugniss der Natur. Leipzig, 1878; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 4ª, Aprile, 1878. Palermo; 4°.

— di Scienze naturali ed economiche di Palermo: Giornale. Anno 1876—77. Vol. XII. Palermo, 1877; 4°.

— italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata. Archivio. Vol. VIII. Fascicolo 1°. Firenze, 1878; 8°.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome XII. 2ᵉ—5ᵉ Livraisons. Harlem, Paris, Leipzig, 1877; 8°.

Société Hollandaise des sciences à Harlem: Mémoire sur les Chromides marins ou Pamacentroïdes de l'Inde archipélagique par P. Blecker. Harlem, 1877; 4⁰.

Society, the Linnean of New South Wales: Proceedings. Vol. II. Part the second. Sydney, 1877; 8⁰.

— the Royal of New South Wales: Journal and Proceedings. 1876. Vol. X. Sydney, 1877; 8⁰. — The Progress and Resources of New South Wales by Charles Robinson, Esq. Sydney, 1877; 12⁰. — Mineral Map and general Statistics of New South Wales. Sydney, 1876; 12⁰. — Climate of New South Wales, by H. C. Russell, B. A. Sydney, 1877; 8⁰. — Annual Report of the Department of Mines. 1876. Sydney, 1877; gr. 4⁰. — Railways of New South Wales from 1872 to 1875; by John Rae A. M. Sydney, 1876; kl. Folio.

Tommasi Donato: Sull' Azione della cosi detta forza catalitica spiegata secondo la teoria termodinamica. Milano, 1878; 8⁰.

Trois, Enrico Filippo: Ricerche zootomiche e istologiche sul Luvarus imperialis. — Venezia, 1877; 4⁰.

Troost, B.: Nachweis der Unzulänglichkeit der Kirchhoff'schen Erklärung der Entstehung der dunklen Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum. Leipzig; 8⁰. — Eine Lichtäther-Hypothese zur Erklärung der Entstehung der Naturkräfte, der Grundstoffe und der Körper. Aachen, 1878; 8⁰.

Verein für Naturkunde zu Cassel: XXIV. und XXV. Bericht. Cassel, 1878; 8⁰.

— Naturwissenschaftlicher zu Bremen. Beilage Nr. 6 zu den Abhandlungen. Bremen, 1877; 8⁰. — Abhandlungen. V. Bd., 3. u. 4. Heft. Bremen, 1877 & 1878; 8⁰. — Die Valenztheorie in ihrer geschichtlichen Entwicklung und jetzigen Form; von Dr. Otto Herght. Bremen, 1878; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1878; 4⁰.

Über die Aufsaugung der gallensauren Alkalien im Dünndarme.

I. Abhandlung.

Von Dr. **H. Tappeiner,**

Privatdocent in München.

(Aus dem Laboratorium des pathologischen Institutes in München.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. April 1878.)

Das Schicksal der Gallensäuren im Darme ist wenig gekannt. Alle Arbeiten hierüber drehen sich um den Hauptpunkt, die Frage nach der Resorption derselben. Zu ihrer Lösung wurden hauptsächlich drei Wege eingeschlagen, ihre Geschichte ist nicht viel mehr als eine Kette von Widersprüchen.

Der erste Weg beruht auf der quantitativen Vergleichung der Gallensäuremengen, welche in gleichen Zeiten von der Leber in den Darm sich ergiessen und im Kothe wieder erscheinen.

Hoppe-Seyler[1] berechnet die von einem 8 Kilo schweren Hunde täglich secernirte Menge an Gallensäuren, unter Zugrundelegung der von Bidder und Schmidt ermittelten Secretionsgrössen, zu mindestens 4 Grm.; von diesen erschien aber höchstens eine, 0·5 Grm. Taurocholsäure, entsprechende Menge Cholsäure in den Faeces wieder.

E. Bischoff[2] fand die vom Menschen mit den Faeces täglich ausgeschiedene Gallensäuremenge zu höchstens 5 Grm. auf trockene Galle berechnet. Zur Berechnung der mittleren, von einem Menschen secernirten Menge trockener Galle benützt er drei Daten: Das Gewicht der Leber eines Hundes, dessen mittlere täglich secernirte Gallenmenge bekannt war, und eines Hingerichteten; die Proportionalität des Ansteigens der Aus-

[1] Virchow's Archiv. Bd. 26.

[2] Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Bd. 21.

scheidungsgrössen von Kohlensäure und Galle beim Übergang vom Hungerzustande zu solchem reichlicher Nahrung; die von J. Ranke an einem Menschen mit Leber-Lungenfistel bestimmten täglichen Gallenmengen. Die hieraus berechneten Grössen sind: 20, 21 und 17 Grm. trockener Galle. Es ist nicht zu leugnen, dass die bloss indirecte Bestimmung einer der verglichenen Grössen den Werth der Beobachtungen herabsetzt; die gefundenen Differenzen sind indess zu bedeutend, als dass desshalb die hieraus gezogenen Schlüsse, dass nur ein kleiner Theil der von der Leber in den Darm ergossenen Galle im Kothe sich wiederfinden lasse, somit also wohl der Rest in die Blutbahn übergetreten sein müsse, angezweifelt werden könnten. Vom berührten Übelstande frei ist die Methode von Nawrocky, welcher den Versuch an einem Hunde auszuführen vorschreibt, an dem die Anlage einer Gallen- und Duodenalfistel die unmittelbare Bestimmung beider fraglichen Grössen gestattet. Die Communication des Duodenum nach aussen vermittelt in zweckmässiger Weise der durchschnittene und in die Hautwunde eingeheilte *Ductus choledochus*. Von dem aus der Gallenfistel ausfliessenden Secrete wird ein kleiner Theil zur Analyse zurückgestellt, der übrige gemessene durch den *Ductus choledochus* in den Darm entlassen. Nach dieser Methode ausgeführte Versuche ergaben, dass sämmtliche dem Darme einverleibte Gallenbestandtheile in unverminderter Grösse im Kothe wieder erschienen. Die betreffende Arbeit war mir im Originale nicht zugängig, ich enthalte mich daher einer näheren Besprechung.

Der zweite Weg wurde von Röhrig[1] eingeschlagen. Er benutzte die von ihm entdeckte Einwirkung der gallensauren Salze auf die Herzaction, um aus dem Eintritte dieser Wirkung nach Injectionen in den Darm auf stattgefundene Resorption zu schliessen. Röhrig fand, dass nach Injectionen in den Mastdarm und das Ileum jene Wirkung sehr deutlich eintrete, nach solchen in das obere Jejunum hingegen nur sehr unsicher sich beobachten lasse.

Diesen Nichterfolg schreibt Röhrig der Veränderung zu, welchen die Gallensäuren durch den sauren Inhalt dieses Darm-

[1] Archiv d. Heilkunde, 1863.

abschnittes erleiden, sie werden hierbei aus ihren Lösungen grösstentheils gefällt und nur ein zur Hervorrufung der Pulsverlangsamung unzureichender Theil gelange zur Resorption. Dass diese Fällung indess nicht das einzige Resorptionshinderniss sei, führt schon Röhrig an; denn sonst hätte, da die Thiere lange genug beobachtet wurden, mit dem Hinabgleiten der gefällten Säuren in Regionen alkalischer Reaction die Aufsaugung beginnen und die Wirkung auf das Herz sich kundgeben müssen. Man nahm darum weiter an, dass mit der Füllung die Einwirkung nicht beendet sei, die Gallensäuren vielmehr in Producte gespalten würden, welche nicht mehr giftig wirkten. Nur ein kleiner Theil entrinne der Zersetzung, und auch von ihm ginge nur die kleinere Hälfte ins Blut, die grössere hingegen in die Faeces über. Mit dieser Vorstellung befreundete man sich um so lieber, als mit ihrer Annahme auch eine ausreichende Erklärung der Erscheinung gewonnen war, wesshalb beim Stauungsicterus auch in Fällen zweifellos herabgesetzter Leberthätigkeit noch Pulsverlangsamung sich einstelle, während die von der Leber in den Darm gesandte grössere Gallenmenge wirkungslos bleibe. Mit der Annahme tiefer gehender Zersetzungen der Gallensäuren werden aber zugleich die auf dem ersten Wege gewonnenen Schlüsse so lange unhaltbar, als nicht nachgewiesen wird, dass der bedeutende Ausfall an Gallensäuren im Kothe nicht in Form von Zersetzungsproducten in demselben enthalten, und der Analyse entgangen sei. Diesen Nachweis haben indess bereits Bidder u. Schmidt[1] freilich nur in dürftiger Weise erbracht. Der während einer fünftägigen Periode von einem 8 Kilo schweren Hunde bei Fleischfütterung gelieferte Koth enthielt nur wenig mehr Trockensubstanz (40·9 Grm.) als der Rechnung nach die in derselben Zeit in den Darm geflossene Galle geliefert haben musste (39·5 Grm.). Da nicht anzunehmen ist, dass dieser Koth auch nur zum grösseren Theile aus zersetzter Galle bestanden habe, so muss wohl ein . cht unbeträchtlicher Theil derselben der Resorption verfallen sein.

Eine Combination des ersten und zweiten Weges, welche die Gesammtheit der eben berührten Fragen zu beantworten ermög-

[1] Bidder und Schmidt, Verdauungssäfte und Stoffwechsel, pag. 217.

lichte, hat dann M. Schülein[1] auf meine Veranlasssung durchzuführen versucht. Ein Gallenfistelhund sollte mit so viel cholsaurem Natron gefüttert werden, bis Pulsverlangsamung eintrat. Die Differenz der eingeführten und aus dem Kothe wieder gewonnenen Cholsäure ergibt annähernd die vom Thiere resorbirte Menge. Zeigte es sich, dass bis zum Eintritte der Wirkung weniger Cholsäure resorbirt wurde, als der normalen Secretionsgrösse entspricht, so ist die gefütterte Säure unzerlegt resorbirt worden; sind hingegen grössere Mengen erforderlich, so musste nothwendig die Aufsaugung eines Theiles derselben in Form von Zersetzungsproducten, die keine toxischen Wirkungen mehr ausüben, geschehen sein.

Diese Versuchsreihe erwies sich als undurchführbar, weil schon Gaben von 0·2 Grm. cholsauren Natron's pro Kilogramm beim Hund 1—2 Stunden nachher andauernde Diarrhöen erzeugen. Schülein wandte sich desshalb dem näheren Studium dieser bisher wenig beachteten Wirkung der Gallensäuren zu und verfolgte seinen ursprünglichen Plan nur insoweit, als er bei seinen Injectionen von Gallensäuren in den Magen auf den Eintritt von Pulsverlangsamung achtete. Er konnte indess in Übereinstimmung mit Röhrig eine solche niemals entdecken.

Es war dies überdies nach den erweiterten Kenntnissen der Wirkung der Gallensäuren nicht mehr auffällig, sondern zu erwarten. Die gallensauren Salze werden eben durch die erhöhte peristaltische Bewegung, welche sie hervorrufen, aus dem Darme entfernt, ehe sie in genügender Menge in das Blut übertreten konnten, um Pulsverlangsamung hervorzurufen. Ja, es erscheint jetzt umgekehrt auffallend, dass Röhrig bei Einspritzungen in das Ileum diese Wirkung überhaupt beobachten konnte. Der Unterschied der Applicationsstelle kann hierbei nicht in Frage kommen, denn auch in einer ungefähr in der Mitte des Dünndarmes angelegten Fistel injicirt, bewähren sich nach meinen Erfahrungen die Gallensäuren als abführende Mittel, und zwar ist, wie vorauszusehen war, die Wirkung bei gleicher Dosis hier stärker als vom Magen aus. Röhrig beschreibt seine am Ileum ausgeführten Versuche nicht näher, so dass nicht zu ersehen ist,

[1] Zeitschrift für Biologie, 1876.

ob er dazu nur Kaninchen oder auch Hunde benutzte. Dass er bei Injectionen in den Mastdarm die Pulsverlangsamung eintreten sah, ist darum verständlich, weil er in diesen Versuchen den After verschlossen hielt. Ganz unerklärlich und überdies auch mit den Versuchen von Röhrig im Widerspruche ist die Angabe von Schiff,[1] dass bei Einspritzung von Ochsengalle (70 bis 200 CC.) in Duodenalfisteln bei Hunden Pulsverlangsamung eintrete, ein Zeichen, dass „ein Excess“ von Galle ins Blut aufgenommen worden sei. Die injicirte Menge ist so gross, dass nach Schülein's und meinen Erfahrungen auch bei den grössten Thieren intensive Diarrhöen eingetreten sein mussten, vielleicht war die Pulsverlangsamung, wie die gleichzeitig beobachtete Beschleunigung der Gallensecretion,[2] eine Folge derselben.

Auch Naunyn[3] erwähnt einer geringen Herabsetzung der Pulsfrequenz an einem kleinen Hunde, dem er 2·0 Grm. Natron choleinicum verabreicht hatte.

Der dritte Weg, auf dem man die Lösung der Frage, ob und in welcher Form Gallensäuren resorbirt werden, versuchte, befasst sich mit der Überwachung der Abzugswege, auf welchem die Gallensäuren die Darmhöhle möglicherweise verlassen, der Untersuchung des Chylus und Pfortaderblutes. Hoppe-Seyler[4] vermochte ebenso wenig, wie viele ältere Physiologen, Gallensäuren in diesen Flüssigkeiten aufzufinden. Sowohl in dem aus Pfortaderblut, dem von Hunden gesammelten Chylus, wie aus einem herausgeschnittenen Mesenterium des Hundes hergestellten Auszügen versagten Pettenkofer's, sowie die optische Probe. Selbst in 127 CC. Chylus, einem eben getödteten verdauenden Pferde entnommen, liessen sich Gallensäuren durch den Polarisationsapparat nicht nachweisen; ob damit auch die Probe Pettenkofer's vorgenommen wurde, lässt sich der Abhandlung nicht entnehmen. Die Gründe dieser negativen Ergebnisse sind, wenigstens

---

[1] Gallenbildung, abhängig von der Aufsaugung der Gallenstoffe; Pflüger's Archiv, Bd. III, pag. 598.

[2] Letzteres ist sogar, da Röhrig (Wien med. Jahrb. 1873) für eine Reihe anderer Abführmittel einen Einfluss auf die Gallensecretion im bezeichneten Sinne fand, sehr wahrscheinlich.

[3] Archiv für Anatomie und Physiologie, 1868.

[4] Virchow's Archiv, Bd. 26.

soweit sie den Chylus betreffen, theils die geringen, zur Untersuchung verwandten Mengen wie Hoppe-Seyler selbst annimmt, theils die zu geringe Empfindlichkeit der optischen Probe. Ich habe mit 150 CC. Chylus, der innerhalb 2 Stunden einem fettes Fleisch verdauenden Hunde von 8 Kilogramm Gewicht durch eine in den *Ductus thoracicus* eingesetzte Canüle entnommen worden war — ich verdanke denselben der Güte Herrn Prof. C. Ludwig — mit der von Neukomm modificirten Pettenkofer'schen Probe die schönste Gallensäurereaction bekommen.

Zum Nachweise diente die von Neukomm für den Harn angegebene Methode, und wurden ausserdem die Fette durch Extraction mit Äther, die Fettsäuren durch Fällung mit essigsaurem Baryt entfernt. Leider verwandte ich unter dem Eindrucke der Angaben meiner Vorgänger sogleich mehr als die Hälfte des gewonnenen, stark eingeengten wässerigen Extractes zur Anstellung der Reaction; die Intensität mit der dieselbe eintrat, deutete die für diesmal verlorene Möglichkeit einer vielseitigeren Ausnützung des Materials an. Ich hoffe dieselbe durch neue Untersuchungen verwirklichen zu können.

Hierher sind auch die Angaben von Naunyn[1] u. A. Vogel[2] zu zählen, nach denen die Gallensäuren ein physiologischer Bestandtheil des Menschen- und Thierharns sind. Draggendorff[3] ist es dann gelungen, durch Verarbeitung von 100 Liter Harn festzustellen, dass wirklich die Anwesenheit von Gallensäuren und zwar, wie noch besonders hervorzuheben ist, von unveränderten, die Ursache der Pettenkofer'schen Reaction ist, welche der Harn in diesen Fällen gibt.

Die vorausgegangene Literaturübersicht beleuchtet zur Genüge die Nothwendigkeit der Wiederaufnahme der Frage über die Aufsaugung der Gallensäuren im Darme. Ich habe dieselbe nach einer Methode versucht, die auf diesem Gebiete noch nicht angewandt wurde: Die Injection gemessener Mengen von Lösungen gallensaurer Salze von bekanntem Gehalte in abgebundene Darmschlingen lebender Thiere und folgender

---

[1] Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1868.
[2] Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 11.
[3] L. c.

quantitativen Untersuchung des Inhaltes derselben nach ihrem 3—5stündigen Verweilen in der Bauchhöhle.

Die Thiere, welche ich zu solchen Versuchen verwandte, waren, ausser einigen Katzen, grosse Hunde. Dieselben hatten vorher 48 Stunden gefastet. Während der eigentlichen Operation waren sie in den meisten Fällen chloroformirt, nach Wiederverschluss der Bauchhöhle wurden sie nahezu vollkommen von derselben erwachen gelassen. Die Unterbindung und Füllung der Schlingen geschah, ohne dass dieselben aus der Bauchhöhle hervorgehoben wurden, sie wurden überhaupt nur so viel berührt, als es unumgänglich nothwendig war. Zur Auffindung des Duodenum, des oberen Jejunum und unteren Ileums geben der Magen, der Pankreaskopf, beziehungsweise der Blinddarm werthvolle Anhaltspunkte; bei einiger Übung gelingt das Hervorziehen dieser Darmabtheilungen meist auf den ersten Griff. Die Wahl der übrigen Dünndarmtheile musste dem glücklichen Zufall überlassen bleiben, die genaue Bestimmung des Ortes konnte in diesen Fällen erst nach dem Versuche durch Messung der Abstände von *Pylorus* und *Valvula coli* gewonnen werden. In den meisten Versuchen wurde bloss eine Schlinge gefüllt, in einzelnen indess auch zwei. Solche Versuche sind in den Tabellen mit *a* und *b* bezeichnet. Auch in solchen Fällen blieb die Bauchhöhle höchstens 5 Minuten lang geöffnet. Ihre Schliessung geschah durch Nath; der Unterleib des Thieres wurde mit warmen Tüchern umwickelt.

Die Injection geschah in den meisten Fällen mittelst gläserner Spritzen, die mit feinen Einstichkanülen versehen waren, sie wurden vor und nachher gewogen. Die Anlage der Ligaturen geschah selbstverständlich mit sorgfältiger Schonung der an den Darm tretenden Gefässe.

Das injicirte Volum schwankte zwischen 30—50 Kubikcentimeter, wenn mit Lösungen von über 0·5 Proc. Gehalt an gallensauren Alkalien gearbeitet wurde. Bei Anwendung von Lösungen von 0·5 Proc. blieb die unterbundene Darmschlinge während des ganzen Versuches mittelst eines engen Kautschukschlauches, der die Bauchnath durchsetzte, mit dem die Gallensäurelösung enthaltenden Gefässe in Verbindung. Durch eine einfache Vorrichtung konnten successive unter dem Drucke von 5 Millimeter Quecksilber gemessene Mengen aus demselben in

die Schlinge eingeführt werden, bis deren Summe zu einer Grösse (200—300 Cb. C.) anwuchs, die selbst für noch geringere als halbprocentige Lösungen eine genügende Genauigkeit der quantitativen Bestimmung gestattete, wenn auch die geringen, im Darme des hungernden Thieres befindlichen Gallenmengen dadurch eingeschlossen wurden, dass Thiere mit permanenten Gallenfisteln zum Versuche gewählt wurden. Ich habe bei diesen Versuchen mit successiver Injection, die in den Tabellen mit einem Stern gekennzeichnet sind, die constante Beobachtung gemacht, dass die in den aufeinanderfolgenden Zeiten resorbirten Flüssigkeitsmengen eine wenn auch geringe, so doch namentlich von der 3—4 Stunden deutlich wahrnehmbare Abnahme erfahren; es tritt in dieser Zeit eine Ermüdung der Darmschleimhaut ein. Die Präparate, welche ich anwandte, waren entweder Lösungen von reinem glykocholsauren Natron (ich verdanke dasselbe der freundlichen Zusendung Herrn Prof. Hüfner's), von cholsaurem Natron oder von Hundegalle, welche aus der Blase eben getödteter Thiere oder aus Fisteln entnommen war.

Dieselbe kam entweder unmittelbar, oder nach vorherigem Eindampfen und Wiederauflösen in Wasser bis zur gewünschten Concentration zur Verwendung. Die Auswerthung des Gehaltes der zur Injection bereiten Lösungen geschah für glykocholsaures und cholsaures Natron durch Wägung der bei 120° getrockneten Salze, für die Hundegalle durch Bestimmung ihres Schwefelgehaltes, der, da er bekanntlich nur von taurocholsaurem Natron bedingt ist und ausser dieser Gallensäure keine andere in der Hundegalle vorkommt, auf das Natronsalz dieser Säure berechnet wurde. Zu Ende des Versuches wurde die Schlinge ausgeschnitten, mit Wasser abgespült, abgetrocknet und an einem ihrer Enden durch Lösung der Ligatur geöffnet, der Inhalt vorsichtig in einen Messcylinder entleert und die Schlinge mehrmals nacheinander mit Wasser oder einprocentiger Kochsalzlösung gefüllt und in ein geräumiges Becherglas entleert. Zuletzt wurde die Schlinge der Länge nach aufgeschnitten, um sich von dem Aussehen ihrer Schleimhaut zu unterrichten. Zur quantitativen Bestimmung benützte ich, wenn glykocholsaures Natron zur Verwendung kam, die bekannte circumpolarisirende Eigenschaft dieses Salzes. Bei den Versuchen mit Hundegalle

gab der Schwefelgehalt derselben ein willkommenes Mass. Die Bestimmungen des cholsauren Natron endlich geschahen nach einem Verfahren, das schon Huppert[1] mit Erfolg zur quantitativen Analyse benützte. In allen Fällen wurde der Inhalt der Schlinge und das Waschwasser vereinigt, mit Alkohol versetzt, einen Tag stehen gelassen, filtrirt und das Filtrat zur Trockne verdampft. Der Rückstand wurde, wenn Galle zum Versuche gedient hatte, nach bekannten Methoden mit Kalihydrat und Salpeter geschmolzen und die Schwefelsäure als schwefelsaurem Baryt gewichtsanalytisch bestimmt. War Glykocholsäure verwendet worden, so wurde er in 96procentigem Alkohol aufgenommen und das mit Thierkohle entfärbte Extract so weit wieder eingeengt, dass eine Probe davon im Polarisationsapparat von Soleil-Ventze untersucht, einen Ausschlag von 1—3 Graden der Theilung gab.

Mehrfache, nach diesen Methoden ausgeführte Analysen von Lösungen glykocholsauren oder taurocholsauren Natrons von bekanntem Gehalte, welche vorher in Darmschlingen eben getödteter Hunde injicirt worden waren und darin eine halbe Stunde verweilt hatten, überzeugten mich von der vollkommenen Zuverlässigkeit derselben, namentlich sind die Analysen der Hundegalle einer grossen Genauigkeit fähig, ihre Fehlergrössen sind 1—2 Zehntelprocent.

Ich gebe im Folgenden die ausführlichen Daten einer Anzahl von solchen Controlanalysen, sie werden das eben Gesagte bestätigen und dienen auch als Beispiele aller übrigen, nicht ausführlich aufgeführten Analysen.

16·3, 33·2, 27·3 CC. einer 2·5procentigen Lösung glykocholsauren Natrons wurden in drei Schlingen eines eben getödteten Thieres gefüllt. Die Volumina der alkoholischen Auszüge, von welchen Theile im Polarisationsapparate in 1 Decimeter langer Röhre untersucht wurden, waren: 21, 24, 36 Kubikcentimeter. Ihre Drehungen waren, es ist immer das Minimum und Maximum der Einstellung, welche noch Gleichfärbung der Halbkreise ergab, angegeben: 0·8—1·1°, 0·9—1·1°, 0·7—0·8°; daraus berechnet sich der Gehalt der verwandten Lösungen in 100 Theilen.

[1] Archiv der Heilkunde. Bd. V.

CL

Gefordert:	Gefunden:		
	I	II	III
2·5	2·6	2·1	2·1

Es mag darauf aufmerksam gemacht werden, dass diese 3 Analysen mit durchwegs geringeren Mengen des Glykocholates, als sie in den meisten Versuchsanalysen vorkommen, ausgeführt wurden; letztere müssen darum noch schärfere Resultate geben.

Von 32·4, 27·0 und 21·5 Grm. einer Lösung von Hundegalle wurden in der ersten direct, in den beiden anderen nach ihrer Füllung in Darmschlingen eben getödteter Hunde der Schwefelgehalt bestimmt. Die Mengen des schwefelsauren Baryts betrugen nach dem wiederholten Glühen und Ausziehen mit verdünnter Salzsäure bis zu constantem Gewicht: 0·303, 0·259 und 0·215 Grm., somit sind in 100 Theilen der Lösung auf taurocholsaures Natron berechnet, enthalten:

I	II	III
3·138	3·234	3·314

In drei analogen Analysen von 38·4, 40·0 und 38·3 Grm. Gallenlösung, wurde der Gehalt an taurocholsaurem Natron in 100 Theilen gefunden:

I	II	III
2·163	2·238	2·183

Controlanalysen mit cholsaurem Natron nach dem Verfahren von Huppert habe ich anzustellen nicht für nöthig befunden, die damit erlangten Resultate sprechen, wie die Folge zeigen wird, schon an sich für die Zuverlässigkeit derselben. Ich habe mich nur noch durch eine Natronbestimmung zu überzeugen gesucht, ob das durch Zerlegung des gallensauren Bleies erhaltene, in Alkohol aufgenommene und gewogene Natronsalz wirklich aus reinem cholsaurem Natron bestand.

0·688 Grm. eines solchen Auszuges gaben 0·086 Grm. kohlensaures Natron, das ist

Natrium in Procenten gefunden:	cholsaures Natrium fordert
5·42	5·35

Der Vergleich der gefundenen mit der für cholsauren Natron geforderten Menge entscheidet die Frage in bejahendem Sinne.

Mittelst der angegebenen Methoden nun wurde der Dünndarm in seiner ganzen Länge untersucht, die erlangten Resultate sind in den folgenden Tabellen niedergelegt. In ihnen beziehen sich die Zeitangaben auf Stunden, die Längen- und Raummasse auf Centimeter, die Körpergewichte auf Kilogramm. Das Zeichen * bedeutet, dass der Versuch eine successive Injection war, + dass er an einem Hunde mit permanenter Gallenfistel ausgeführt wurde.

Versuche an Hunden:

A. Mit glykocholsaurem Natron.

Tab. I. Duodenum.

Nr. des Versuches	Dauer desselben	Körpergewicht	Entfernung d. I. Ligatur vom Pylorus	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an glykocholsaurem Natron in Procenten	
							gefordert	gefunden
1a	3	25	3	12	48	20	2·2	1·8
1b	„	„	19	13	35·4	14	„	2·4
2	4	12	5	12	27·1	20	2·56	2·50
3*	5	10	5	15	175·0	25	0·4	0·34
4	5	26	11	30	108·3	18	0·88	0·85

Tab. II. Jejunum.

Nr. des Versuches	Dauer desselben in Stunden	Körpergewicht	Länge des Dünndarms, inclusive Duodenums	Entfernung d. I. Ligatur v. Pylorus	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	rückständiges Volum	Gehalt an glykocholsaurem Natron in Procenten	
								berechnet	gefunden
5	2	14		25	20	42·2		2·5	1·1
6	6	20	215	13	22	55·6	6	2·2	0·67
6b	6	20	215	43	28	106·0		2·2	0·70
7	5	16	170	51	20	59·5	8	4·0	2·2
8*	5	7		9	28	358·0	30	0·5	0·2

Tab. III. Ileum.

Nr. des Versuches	Dauer desselben in Stunden	Körpergewicht	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an glykocholsaurem Natron in Procenten	
						berechnet	gefunden
9	3	10	25	39		2·5	1·07
10	4	39	20	29	45	10·0	5·1

B. Mit taurocholsaurem Natron.

Tab. III. Duodenum und obere Hälfte des Jejunum.

Nr. des Versuches	Dauer desselben in Stunden	Körpergewicht	Entfernung d. I. Ligatur v. Pylorus	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Procenten	
							gefordert	gefunden
11*	4	6	5	18	190	20	0·5	0·49
12	4	39	6	20	44·7	22	2·72	2·81
13	4	7	12	15	45·0	7	1·05	1·10
14+	3	9	13	14	40	10	2·32	2·24
15	3	8	20	16	46	6	1·18	1·19
16	4	12	14	22	43	17	3·21	3·31
17	4	8	28	22	40	8	2·20	2·34

Tab. IV. Untere Hälfte des Jejunum und obere Hälfte des Ileum.

Nr. des Versuches	Dauer desselben in Stunden	Körpergewicht	Entfernung d. I. Ligatur v. Pylorus	Entfernung d. II. Ligatur v. Pylorus	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Procenten	
								gefordert	gefunden
18*+	6	8	40	120	32	370	40	0·18	0·20
19*	4	8	56	81	25	230	19	0·36	0·37
20	4	12	65	120	15			0·99	0·99
21	4	4	57	94	26	28	12	2·23	2·29
21b			101	51	28	28	14	5·40	3·90
22	3	4	88	28	22			8·0	5·5
23	4	9	102	40	16	38	12	6·0	4·3

Tab. V. Untere Hälfte des Ileum (die 2. Ligatur durchgehends wenige Centimeter von der Valvula coli entfernt).

Nr. des Versuches	Dauer desselben	Körpergewicht	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Percenten berechnet	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Percenten gefunden
24	3	6	30	36	1	2·1	0·6
25	4	12	22	37	17	3·2	1·6
26	3	8	22	36	8	4·5	1·6
27	3	35	20	29	24	14·5	11·3

C. Mit cholsaurem Natron.

Tab. VI. Duodenum und Jejunum.

Nr. der Versuches	Dauer desselben	Körpergewicht	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an cholsaurem Natron in Percenten berechnet	Gehalt an cholsaurem Natron in Percenten gefunden
28	3	15	90	70	72	1·8	1·7
29*	4	6	34	210	60	0·5	0·5
30	5	6	36	77	40	1·0	0·9

Versuche an Katzen.

Tab. VII.

	Nr. des Versuches	Dauer desselben	Länge der Schlinge	Injicirtes Volum	Rückständiges Volum	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Percenten berechnet	Gehalt an taurocholsaurem Natron in Percenten gefunden
Jejunum...		4	29	22·7	0	0·95	0·98
Ileum		4	31	16·8	10	6·9	4·11

Die beiden letzten Spalten dieser Tabellen enthalten sehr bemerkenswerthe Ergebnisse. Ihre Zahlen sagen aus, dass nicht nur die verschiedenen Abschnitte des Dünndarms gegen Lösungen gallensaurer Alkalien, sondern auch diese selbst zum selben Darmtheil sich ganz entgegengesetzt verhalten. Denn während

im Duodenum weder aus glyko- oder taurocholsauren, noch aus cholsauren Lösungen etwas aufgenommen wird, und auch im ganzen Jejunum für Lösungen letzterer beiden Säuren dieses Verhalten sich nicht ändert, wird glykocholsaures Natron hier sehr leicht resorbirt; im gesammten Ileum hinwieder kann bei allen dreien die geforderte Menge durch die Analysen nicht wieder gefunden werden.

Dabei ist in den nicht resorbirenden Abschnitten der Widerstand gegen die Aufnahme ein so zu sagen unendlich grosser, denn selbst aus sehr verdünnten Lösungen, die nur 2—5 Theile gallensauren Natrons auf 1000 Theile Wasser enthalten, und wobei gleichzeitig von diesem bis zu 300 Kubikcentimeter resorbirt werden, ist eine Aufnahme nicht nachzuweisen (Versuche 3, 11, 18, 19, 29).

Der Übergang von nicht resorbirenden zu resorbirenden Darmstellen ist, soweit die Versuche hierüber Auskunft geben, jedenfalls kein allmähliger, sondern ein ziemlich schroffer. Die weitere Besprechung dieser Ergebnisse gliedere ich in zwei Abschnitte, von denen der erste die Beantwortung der Frage, warum werden in gewissen Darmabschnitten keine gallensauren Salze resorbirt zum Gegenstande hat, der zweite sich mit der Frage des Grundes befassen wird, wesshalb die Darmtheile gegen die gallensauren Salze sich verschieden verhalten.

Der Einwand, dass die zweite Frage überflüssig sei, da sie schon in der ersten enthalten, wird sich in der Folge als ein nur scheinbar berechtigter erweisen.

I. Den Grund, warum in den oberen Darmtheilen keine Gallensäuren, beziehungsweise nicht alle resorbirt werden, könnte man einmal darin zu finden geneigt sein, dass in der abgebundenen Schlinge die Anwesenheit oder Bildung einer Säure die Gallensäuren aus ihren Lösungen gefällt habe. Indess, abgesehen davon, dass ich zu Ende der Versuche niemals eine saure Reaction beobachten konnte, würde diese Annahme auch nur für das cholsaure und allenfalls auch das glykocholsaure Natron Geltung haben, nicht aber für das taurocholsaure Natron, dessen Säure in Wasser ja löslich ist. Diese Annahme vermag ferner nicht zu erklären, wesshalb eine Aufnahme auch nicht in Spuren erfolgt, denn derartige chemische Umsetzungen und Zersetzungen

erfolgen ja nicht mit einem Schlage, sondern brauchen zu ihrer Vollendung sicherlich so lange Zeit, dass innerhalb derselben so viel unzersetzte Salze aufgenommen werden könnten, dass dieses in den Analysen bemerkbar würde. Ganz derselbe Grund widerlegt auch schon eine weitere Annahme, welche den Grund der Nichtaufnahme in tiefer gehenden Zersetzungen der Gallensäuren suchte, welche wohl deren für die Resorption wichtigen Eigenschaften — Löslichkeit und Diffusibilität — nicht aber die bei den Analysen benützten — optisches Drehungsvermögen und Schwefelgehalt — wesentlich geändert hätte.

Dass in den abgebundenen Schlingen des Duodenum und Jenunum überdiess keinerlei chemische Zersetzungen der Gallensäuren stattgefunden haben können, lässt sich beweisen.

So weit unsere Kenntnisse über die gepaarten Gallensäuren reichen, ist das erste Resultat jedes hier in Frage kommenden chemischen Eingriffes auf dieselben die Spaltung in Taurin, beziehungsweise Glykocol und Cholsäure. Es wäre daher zu erwarten, dass auch im Darme jede Zersetzung der Gallensäuren diese erste Phase durchliefe.

Nun wissen wir aber durch Salkowsky, dass Taurin im Darme des Hundes resorbirt wird, und ich habe mich durch zwei Resorptionsversuche mit unterbundenen Schlingen noch speciell davon überzeugt. Die Versuche wurden in derselben Weise, wie bei den Gallensäureresorptionen ausgeführt. Die Darmschlingen gehörten dem Jejunum und Ileum an. Das Volum der injicirten wässerigen Lösung von Taurin war 39·0 und 39·9. Das rückständige in beiden Fällen Null. Die Versuchsdauer betrug 5 Stunden. Zur Bestimmung des Taurin diente sein Schwefelgehalt, der Gang der Analyse war der für das taurocholsaure Natron befolgte. Zur Controle wurden 37 Grm. derselben Taurinlösung in eine todte Darmschlinge injicirt und analysirt. Es wurde auf 100 Theile Lösung an Taurin gefunden:

Berechnet:	Gefunden:		
	in Controlschlinge	im Jejunum	im Ileum
0·5	0·570	0·100	0·121

Da nun im Duodenum und im ganzen Jejunum in allen Versuchen mit taurocholsaurem Natron die gefundene Schwefelmenge

mit der geforderten sich genau decken; so ist klar, dass hier keine, auch nicht die geringste Zersetzung desselben stattgefunden haben kann. Was aber für die Taurocholsäure gilt, das gilt für die schwerer spaltbare Glykocholsäure in noch viel höherem Masse.

Nachdem somit Veränderungen der gallensauren Salze der Grund ihrer Nichtresorption nicht sein können, muss noch eine zweite Classe von Möglichkeiten besprochen werden: Veränderungen der Darmschleimhaut, sei es in Folge der Anwesenheit der gallensauren Lösungen oder des Eingriffes selbst, wodurch dieselbe ihrer Eigenschaft, Stoffe zu resorbiren, beraubt wird. Die Anwesenheit der Gallensäuren kann solche Veränderungen nicht bedingen, da sie auch aus so verdünnten Lösungen, wie sie sicherlich auch im Darme des normalen verdauenden Thieres sich finden, nicht resorbirt werden. Der operative Eingriff aber hat auf die Resorptionsvorgänge keinen sichtbaren Einfluss, denn es werden nach dem Ausweise der Tabellen, mit wenigen Ausnahmen, welche später besprechen werden sollen, bedeutende Wassermengen resorbirt, während die gallensauren Salze zurückbleiben.

Man könnte aber diese Möglickeit noch durch die Einschränkung zu halten suchen, dass von den beiden möglichen Abzugswegen aus der Darmhöhle gerade jener, welcher im normalen Zustande von den Gallensäuren betreten wird, in Folge des Eingriffes jene Zustandsveränderung erleide, welche ihn jetzt für alle ihn sonst passirenden Stoffe unwegsam macht. Zufolge meiner bereits erwähnten Untersuchung kann es als gesichert angesehen werden, dass die Chylusgefässe wenigstens einen der Abzugswege der Gallensäuren darstellen. Wenn es sich nun herausstellte, dass auch dieser Weg den Gallensäuren verschlossen ist, während er gleichzeitig andere Stoffe z. B. Fette ungehindert ziehen lässt, so ist damit auch die Annahme dieser Möglichkeit das Schicksal der vorausgegangenen zu theilen gezwungen. Dies ist in der That der Fall. Aus Schlingen des Duodenum und Jejunum, welche mit Milch, die mit gemessenen Mengen von Hundegalle versetzt ist, beschickt werden, werden die Fette resorbirt, das taurocholsaure Natron bleibt zurück.

Die Chylusgefässe der Schlingen sind zu Ende der Versuche, wie bei einem unversehrten, verdauenden Darm auf das

Schönste mit milchweissem Chylus gefüllt. Die Flüssigkeit ist bis auf Spuren verschwunden, den Inhalt der Schlingen bilden nur einige Milchgerinnsel. Der Schlingeninhalt wurde auf das Sorgfältigste ausgespült, sogleich unter Zusatz von kohlensaurem Kalk zur Trockne verdampft und dem Rückstande durch Äther mittelst Gerber'scher Deplacirungsapparate das Fett entzogen und dieses gewogen. Der fettfreie Rückstand wurde hierauf mit Alkohol mittelst Rückflusskühler so lange wiederholt ausgezogen, bis der letzte Auszug die Pettenkofer'sche Reaction nicht mehr gab. Im Rückstande der abgedampften vereinigten alkoholischen Auszüge wurde das taurocholsaure Natron als schwefelsaurer Baryt bestimmt. Zur Controle wurde jedesmal ein Theil der zum Resorptionsversuch bereiteten Lösung in eine todte Darmschlinge injicirt und in derselben Weise ihr Gehalt an Taurocholat und Fett bestimmt. Die folgende Tabelle gibt die erhaltenen Werthe. Die gefundenen Differenzen im Fettgehalte sind kleiner als man vielleicht erwarten möchte, sie erklären sich indess aus dem Umstande, dass das Wasser rascher als die Fette resorbirt wird und auch ein Theil derselben durch die wahrscheinlich eintretende Coagulation mit niedergerissen wird. Sauer reagirend habe ich indess den Schlingenrückstand nicht gefunden.

Tab. VIII.

Versuchs-Nr.	Gewicht des Hundes	Dauer des Versuches	Entfernung der Schlinge vom Cylosus	Länge derselben	Gehalt an Fett		Gehalt an taurocholsaurem Natron	
					gefordert	gefunden	gefordert	gefunden
1	15	4	5	20	5·8	4·7	2·48	2.55
2	9	4	22	16	1·42	0·98	0·86	0·92
3	9	4	71	12	1·42	1·08	1·72	2·05

Das Schlussergebniss dieser Erörterungen ist somit, dass es weder chemische Veränderungen der gallensauren Natronsalze, noch Veränderungen der Darmwand in Folge der Versuchsbedingungen sein können, welche die Resorption dieser Salze in der oberen Hälfte des Dünndarms verhindern; sie zwingen vielmehr diese Thatsache als eine physiologische, eine

Eigenthümlichkeit der normalen Darmschleimhaut anzusehen. Die Ursache dieser Eigenschaft, gewisse diffusible Stoffe nicht, auch nicht in Spuren, durchzulassen, bleibt für jetzt vollkommen dunkel. Nur in der Frage nach dem Orte des Widerstandes für den Durchtritt, in der Frage, welchem unter den Geweben, die in den Bau der Schleimhaut eingehen, diese Eigenthümlichkeit zukomme, ist ein weiteres Vordringen erfolgreich. Dass diese Eigenthümlichkeit nicht offene Canäle, sondern nur geschlossene Zellenmembranen besitzen können, der Ort des Widerstandes somit wohl das Cylinderepithel der Schleimhaut sei, wird man sich ohne weiters als wahrscheinlich hinzustellen gestatten können. Der Bau der Schleimhaut ist indess noch nicht so aufgehellt, um diesem Schlusse die nöthige Sicherheit zu geben, indess scheint mir die folgende einfache Überlegung das Gewünschte zu schaffen.

Das vorletzte Paar der Columnen der Tabellen sagt aus, dass aus den Schlingen durchgehends 70 bis 90 Percent der eingeführten Wassermenge resorbirt worden sei. Es hat daher zu Ende der Versuche eine sehr concentrirte Lösung von gallensaurem Natron den Inhalt der Schlinge gebildet. Läge nun der Ort des Widerstandes für die Aufsaugung tiefer im Gewebe der Schleimhaut, z. B. in der Nähe der Blut- oder der Anfänge der Chylusgefässe, und nicht wie es von vornherein am wahrscheinlichsten ist, in den Epithelien der Schleimhaut, so müsste auch das ganze Gewebe bis zu diesen Orten hin, ja darüber hinaus mit einer Gallensäurelösung von annähernd derselben Concentration durchtränkt sein. Da ferner die mikroskopische Untersuchung ergeben hat, dass durch die Operationen des Ausspülens und Auswaschens vom Gewebe der Schleimhaut niemals mehr als die Epithelien und auch von diesen meist nur ihre obere Hälfte zerstört werden, so liesse sich nicht erwarten, dass durch dieselben die Gallensäuren in jener Vollständigkeit wieder gewonnen werden könnten, welche insbesondere das charakteristische Ergebniss der Taurocholsäureversuche ist, auch bei jenen, welche, um die im Darme enthaltenen Gallensäurenmengen auszuschliessen, an Hunden mit permanenten Gallenfisteln vorgenommen wurden, — wenn nicht schon die die Darmhöhle zunächst begrenzenden Schichten, die Epithelien, ihnen den Durchtritt verwehrten.

Damit gewinnen die Ergebnisse zugleich eine allgemeine Bedeutung. Zunächst für die Resorption im Darme. Sie lehren auf das unzweideutigste, dass die Aufsaugung hier keineswegs nach den einfachen Vorstellungen geschehe, die man mit wenigen Ausnahmen[1] durchwegs hierüber hatte. Mit der Fähigkeit filtrirbar und diffusibel zu sein, ist die Aufnahme eines Stoffes noch keineswegs gesichert, sie richtet sich vielmehr nach Bedingungen, die wir noch nicht kennen und die auf das Innigste mit den Eigenschaften jenes Theiles der Zelle verknüpft sind, den wir Protoplasma nennen.

Damit treten die Ergebnisse auch in Beziehung zu den Vorstellungen, die man sich über die Aufnahme von Stoffen in Zellen überhaupt bilden kann; ob dieselben aus ihrer Nährlösung alle Stoffe, welche diffusibel sind, aufnehmen und die nicht assimilirbaren wieder abgeben, oder ob sie von vornherein mit einer gewissen Auswahl verfahren, die uns willkürlich erscheint, weil wir die Bedingungen noch nicht kennen, welche dieselbe zu einer zwingenden machen. Die Epithelzellen des Dünndarmes verfahren nach dieser zweiten Art. Es ist aber bei der grundverschiedenen Mechanik, welche diese beiden Arten der Aufnahme voraussetzen, nicht anzunehmen, dass nur diese Zellen eine solche Einrichtung besitzen sollen, sie wird wohl vielmehr eine Eigenschaft aller Zellenarten sein. Durch diese Verallgemeinerung reihen sich die Ergebnisse jenen Thatsachen an, welche ebenfalls für jene zweite Art der Stoffaufnahme sprechen, z. B. die von Bunge[2] festgestellte Thatsache, dass die rothen Blutzellen einiger Thierarten des Natron entbehren, trotzdem sie in einer an Natron reichen Flüssigkeit schwimmen, oder dass von diffusiblen Stoffen, welche man künstlich der Blutbahn einverleibt, nicht alle in allen Drüsensecreten erscheinen.

II. Die zweite Frage ist die nach dem Grunde, wesshalb das Duodenum, Jejunum und Ileum sich gegen die gallensauren Alkalien verschieden verhalten. Es kann in zweierlei beruhen.

Entweder es haben die Epithelien in den genannten drei Abschnitten verschiedene Eigenschaften, sie lassen die gallen-

---

[1] Z. B. Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie.

[2] Zeitschrift für Biologie, Bd. 12.

sauren Salze bald durch, bald nicht, ja die Zellen des Jejunum sind noch dazu durch ein sehr feines Unterscheidungsvermögen den einzelnen gegenüber ausgezeichnet, indem sie die in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften der Chol- und Taurocholsäure doch sehr ähnliche Glykocholsäure scharf von diesen auseinanderzuhalten weiss; oder es kommt den Zellen sämmtlicher Abschnitte die gemeinsame Eigenschaft zu, gallensaure Salze nicht aufzunehmen, aber es laufen an den Gallensäuren in jenen Darmabschnitten, in welchen die Ergebnisse der Analysen scheinbar auf stattgehabte Resorption schliessen lassen, chemische Processe ab, welche denselben eine andere Deutung geben. Der Unterschied würde dann etwa auf das in verschiedenen Abschnitten wechselnde Vorkommen von Gallensäurefermenten hinauslaufen. Im Duodenum und Jejunum aber sind, wie gezeigt wurde, chemische Veränderungen der Gallensäuren überhaupt auszuschliessen, der Grund ihres verschiedenen Verhaltens muss also in Verschiedenheiten des Epithels zu suchen sein.

Im Ileum hingegen kann der Beweis der Abwesenheit solcher Processe nicht geliefert werden. Hier könnte bei den Analysen mit taurocholsaurem Natron der Ausfall an Schwefel und die scheinbare Resorption von einer Spaltung dieses Salzes in cholsaures Natron und Taurin herrühren, von denen nur dies letztere resorbirt würde. Für die analoge Deutung der Versuche mit Glykocholsäure würde indess die Annahme einer Spaltung in Cholsäure und Glykochol nicht genügen. Bei diesen Analysen wurde die Eigenschaft der Circumpolarisation zur Bestimmung verwandt, dem cholsauren Natron kommt aber dieselbe ebenfalls zu. Sollte also der Unterschied zwischen Ileum und Jejunum auf chemischen Spaltungsprocessen beruhen, so müssten dieselben nicht mit Bildung von Cholsäure, Glykochol und Taurin beendet sein, sie müssten auch die Cholsäure in ihren Bereich ziehen. Diese Zersetzungen müssten, im Falle sie resorbirbare Producte lieferten, sehr weit gehende sein, denn die Einwirkung sehr energischer Reagentien wie Chromsäure und Salpetersäure auf die Cholsäure gibt noch Körper, die Cholan und Choloidansäure, welche sich durch starkes Drehungsvermögen auszeichnen. Es darf ferner nicht vergessen werden, dass Röhrig bei Ein-

spritzungen gallensaurer Salze in das Ileum die Herabsetzung der Pulsfrequenz auftreten sah. Die toxischen Eigenschaften der Cholsäure scheinen aber nach meinen Erfahrungen bei chemischen Veränderungen sehr bald verloren zu gehen. Die Producte der Einwirkung von Kaliumbichromat und Schwefelsäure besitzen dieselben nicht mehr.

Wenn somit auch für das Ileum ein bindender Entscheid zwischen beiden Möglichkeiten nicht gegeben werden kann, so ist es doch auch hier, mit Rücksicht der Verhältnisse beim Duodenum und Jejunum sehr wahrscheinlich, dass das verschiedene Verhalten des Ileum zu den genannten beiden Darmabschnitten auf Verschiedenheiten des Epithels beruhe.

Eine weitere Frage ist, ob dieselben auch anatomisch zum Ausdrucke kommen. Die bisher an den Epithelien aufgefundenen Formdifferenzen scheinen kaum damit in Beziehung zu stehen, es fehlt das Hauptkriterium hierfür, die Steilheit der Übergänge.

III. Noch in einem anderen Punkte unterscheiden sich Duodenum und Jejunum, sowie die drei Gallensäuren von einander: In der Reflexerregbarkeit für Secretion und Transsudation. Während nämlich in den Schlingen, welche mit Lösungen taurocholsauren Natrons gefüllt sind, durchgehends der grösste Theil des Wassers verschwindet, der zurückgebliebene niemals blutig gefärbt ist, sondern die Färbung concentrirter Hundegalle[1] hat, auch die Schleimhaut niemals lebhafter geröthet als bei einem normalen Thiere gefunden wurde, haben Füllungen mit cholsauren Natronlösungen von über 0·5 Procent im Duodenum und Jejunum anfangs eine vermehrte Secretion, respective Transsudation zur Folge, so dass das Volum des Inhaltes nicht bloss nicht abgenommen, sondern häufig noch zugenommen hat, die sich mit wachsender Concentration der eingespritzten Lösungen bis zu blutiger Ausscheidung und Hyperämie der Darmwand steigern kann. Injectionen von glykocholsaurem Natron ins Duodenum rufen ganz analoge Erscheinungen hervor. Hier erfolgt bei Füllungen mit 1·0procentigen Lösungen bereits unvollständiges

[1] Es wird also das Wasser rascher aufgesaugt, als die Farbstoffe, chemische Veränderung scheinen, dem Aussehen nach zu urtheilen, mit ihnen nicht vorzugehen.

Verschwinden des Wassers, bei 2·0 Procent ist in einzelnen Fällen der Inhalt vermehrt und häufig blutig gefärbt. Im Jejunum hingegen ist selbst bei Injection von Lösungen von 4·0 Percent nichts Derartiges zu bemerken, Volum und Ansehen des Inhaltes, sowie der Schleimhaut, verhalten sich hier wie bei den Taurocholsäureversuchen. Wie sich tauro- und glykocholsaures Natron in Lösungen höherer Concentration im Jejunum verhalten, habe ich nicht untersucht. Im Ileum beobachtet man, dass aus taurocholsauren Lösungen um so weniger Wasser resorbirt wird, je concentrirter sie sind, somit wird es wohl auch für dieses Salz eine Concentration geben, bei welcher Aufsaugung und Transsudation sich das Gleichgewicht halten. Bei Schlingen, welche mit Lösungen von 8 Procent cholsaurem Natron gefüllt sind, ist das rückständige Volum grösser, als das angewandte. Ebenso bei 10procentigen Glykocholsäurelösungen (Tabelle III, Versuch 10).

Dieser Versuch ist auch darum lehrreich, weil er zeigt, dass die Nichtabnahme des injicirten Volums in der That auf Secretion oder Transsudation und nicht auf Hemmung der Resorption beruht, denn es wurde ja hier die Hälfte des glykocholsauren Natrons aufgesaugt. Resorption findet selbst in schon stark entzündeten Darmtheilen statt. Es sei gestattet, hierüber eine zufällige Beobachtung, die in den Tabellen nicht aufgenommen wurde, anzuführen. Einem Hunde von 3 Kilogramm Gewicht waren zwei Schlingen, dem Jejunum und Ileum angehörend, in gewohnter Weise unterbunden und mit Hundegalle gefüllt worden. Bei der Herausnahme zeigte sich aus Gründen, die mir unbekannt geblieben sind, zum ersten und letzten Male der ganze Dünndarm lebhaft geröthet und der Inhalt der Schlingen blutig gefärbt. Trotzdem war aus der unteren Schlinge ein Drittel der Taurocholsäure verschwunden, in der oberen, dem Jejunum gehörigen der Gehalt ungeändert geblieben, nebenbei auch ein Beweis, wie zähe die Eigenthümlichkeiten des Epithels auch unter solchen pathologischen Störungen festgehalten werden.

Es wäre hier auch der Ort, der Beziehungen zu gedenken, in welchen das Verhalten der mit den gallensauren Salzen eingeführten Wasservolumina und der Darmwandungen zur Wirkungsweise dieser Salze als Abführmittel stehen. Ich beabsichtige

diese im Zusammenhange mit anderen Versuchen hierüber später mitzutheilen.

IV. Der 4. und letzte Punkt, zu dem die erhaltenen Resultate zur Besprechung Anlass geben, sind deren Beziehungen zur Mechanik der Fettresorption.

Bidder und Schmidt[1] haben in überzeugender Weise dargethan, dass die Galle bei der Fettresorption eine Rolle spielt, in der sie kein anderer Verdauungssaft vertreten kann.

Sie bewiesen dies einmal durch vergleichende Analysen des Chylus von normalen und von Gallenfistelhunden. So fanden sie z. B. in einem Versuche den Fettgehalt des Chylus vom normalen Thiere zu 32·4, den des Gallenfistelhundes zu 1·9 in 1000 Theilen.

Sie massen ferner die Grösse der Fettresorption bei Gallenfistelhunden durch Bestimmung der Menge der mit der Nahrung eingeführten und im Kothe wieder erscheinenden Fette. Ein Hund von 5300 Grm. hatte z. B. in 8 Tagen 95 Grm. Fett in der Nahrung aufgenommen und 85 davon im Kothe wieder abgegeben.

Noch schlagendere Resultate hat Voit[2] bei Wiederholung dieser zweiten Versuchsreihe Bidder und Schmidt's erhalten, dadurch, dass er den Fettkoth nicht wie die genannten beiden Forscher mit Brod, sondern mit Knochen abgrenzte. Nach ihm übersteigt die Menge des von Gallenfistelhunden resorbirbaren Fettes nicht 3 Procent der mit der Nahrung gereichten.

Die Galle ist also zwar zur Fettresorption nicht absolut nothwendig, aber ohne ihr Zuthun kann nur eine für den thierischen Haushalt belanglose Menge aufgenommen werden.

Worauf diese Wirkung der Galle beruht, ist nicht bekannt; sie auf deren emulgirende Eigenschaft zurückzuführen, ist unmöglich, da damit ihre Unersetzlichkeit nicht erklärt ist, indem der Pankreassaft dieselbe mindestens in ebenso grossem Maasse besitzt.

Bidder und Schmidt suchten sie in der von Wistinghausen entdeckten Eigenschaft der Galle, die Adhäsion der Fette an capillaren Röhrenwandungen zu erhöhen.

---

[1] Verdauungssäfte und Stoffwechsel, pag. 222, 39.

[2] Mündliche Mittheilung.

Schiff[1] findet sie in Contractionen der Zotten, zu welchen die Galle dieselben veranlasst, wodurch die Fortbewegung des bereits eingedrungenen Fettes in die Lymphgefässe beschleunigt und Raum für die nachdringenden Massen geschaffen werde.

Sind nun die gallensauren Alkalien, wie es am wahrscheinlichsten ist, in der der That die Träger der Fähigkeit der Galle die Resorption der Fette zu vermitteln, so folgt, dass sich dieselbe wenigstens beim Hunde nur in der Darmhöhle selbst oder höchstens in den peripheren Schichten der Epithelien sich geltend machen kann, denn es werden nach Tabelle VIII wohl die Fette, nicht aber das taurocholsaure Natron in das Innere der Darmschleimhaut aufgenommen; es gestattet ferner, diese Thatsache der Nichtresorption von einem neuen Gesichtspunkte aus zu betrachten. Ich habe bei einigen Analysen, welche in der Tabelle nicht aufgeführt sind, die Beobachtung gemacht, dass von Fettemulsionen, welche mit weniger als 0·5 Procent taurocholsauren Natron versetzt sind, auch weniger Fette aufgesaugt wurden. Es findet also erst bei einem procentischen Gehalt von ungefähr 0·5 an Galle das Maximum der Fettresorption statt; ein solcher Procentgehalt des Chymus in jenen Darmabschnitten, in welchen hauptsächlich die Fettresorption geschieht, ist aber in Folge der Nichtaufsaugung des Natriumtaurocholats wahrscheinlich vorhanden. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen auch die Fragen, denen ich mich zunächst zuwenden werde, nicht uninteressant, wie sich die verschiedenen Gallensäuren im Darme von Thieren verhalten, wenn sie entweder einen normalen Bestandtheil der Galle derselben ausmachen, oder in derselben fehlen, ferner in welchen Beziehungen die von einem Gallenfistelhunde resorbirten Fettmengen zu den gallensauren Salzen stehen, die ihm gleichzeitig mit diesen in variirenden Mengen verabreicht werden.

---

[1] Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd. 2.

